



LA
REVUE ÉLECTRIQUE

ORGANE

DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION :

MM. Brylinski, Chaussenot, E. Fontaine, E. Sartiaux, Tainturier, Ch. de Tavernier, Zetter.

COMITÉ DE PATRONAGE :

MM.

Guillain, Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Brylinski, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Cordier, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Piaton, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Zetter, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Beauvois-Devaux, Trésorier de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Azaria, Administrateur délégué de la Compagnie générale d'Électricité.
D. Berthelot, Président de la Société d'Électricité de Paris.
Brachet, Directeur de la Compagnie d'éclairage électrique du Secteur des Champs-Élysées.
Carpentier, Membre de l'Institut, Constructeur électricien.
A. Coze, Directeur de la Société anonyme d'éclairage et de chauffage par le gaz de la ville de Reims.
Eschwège, Directeur de la Société d'éclairage et de force par l'Électricité, à Paris.
Genty, Président de l'Est-Lumière.
Harlé, de la Maison Sautter, Harlé et Cie.
Henneton, Ingénieur-Conseil.
Hillairet, Constructeur électricien.
Javaux, Président du Conseil directeur de la Société Gramme.
F. Meyer, Directeur de la Compagnie continentale Edison.
Meyer-May, Directeur à la Société industrielle des téléphones.
Mildé, Constructeur électricien.
Postel-Vinay, Constructeur électricien.
E. Sartiaux, Ingénieur électricien.
Sciama, Administrateur-Directeur de la Maison Bréguet.
Ch. de Tavernier, Directeur du Secteur électrique de la Rive gauche.
E. Fontaine, Secrétaire de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

LA

REVUE ÉLECTRIQUE

ORGANE

DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE

J. BLONDIN,

AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, PROFESSEUR AU COLLÈGE ROLLIN,
RÉDACTEUR EN CHEF.

Avec la collaboration de :
MM. ARMAGNAT, BECKER, P. BOURGUIGNON, COURTOIS, DA COSTA,
JACQUIN, JUMAU, GOISOT, J. GUILLAUME, LABROUSTE, LAMOTTE, MAUDUIT,
RAVEAU, G. RICHARD, TURPAIN, etc.

TOME XIV.
Juillet-Décembre 1910.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1910

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
45702 Quai des Grands-Augustins, 55.

Tome XIV. N° 157. — 15 juillet 1910.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Bien des procédés ont été inaugurés pour activer la **formation des plaques d'accumulateurs genre Planté** et, par conséquent, diminuer la dépense considérable d'énergie électrique qu'exige la formation ordinaire avec un bain électrolytique d'acide sulfurique. Plusieurs de ces procédés ont été signalés dans ces colonnes; on trouvera page 16 quelques renseignements sur un nouveau procédé préconisé par M. Fischer.

Dans ce procédé, la première opération de la formation consiste à oxyder les plaques en les disposant comme anodes dans un bain d'acide phosphorique ou de phosphate monosodique, la densité de courant étant d'environ 0,5 amp : dm²; il se forme alors uue couche spongieuse d'oxyde inférieur de plomb. Cet oxyde est transformé ensuite en plomb par réduction cathodique en bain sulfurique, et la formation des plaques négatives est ainsi terminée. Si l'on veut des plaques positives, une troisième opération est nécessaire : la transformation du plomb en peroxyde de plomb par oxydation anodique en bain sulfurique.

Suivant l'auteur, la rapidité de la formation par ce procédé proviendrait de ce que le phosphate de plomb qui se produit tout d'abord à la surface de la plaque se transforme ensuite en oxyde, avec diminution de volume, de sorte que cet oxyde est très poreux et permet une attaque profonde de la plaque.

On trouvera, page 16, la description des **accumulateurs Becker**, ainsi que quelques données numériques sur leur fonctionnement. Plus loin (p. 17), est indiqué un **procédé de fabrication des plaques négatives Planté**.

Nous ne faisons que signaler le travail de MM. Adams, Lanier, Pope et Schooley, sur les **pertes dans les faces polaires** (p. 11), ainsi que la note de la page 17 sur le **Calcul des turbines à vapeur**, et la description donnée pages 18 et suivantes de l'importante **station centrale de Greenwich**.

***

La fatigue et les troubles de la vue que produisent les éclairages artificiels sont, depuis longtemps, l'objet des recherches des ophtalmologistes.

Dans le numéro de *La Revue électrique* du 15 mars 1908, se trouvait signalé (p. 176) un mémoire de MM. Schanz et Stockhausen, d'après lequel les radiations émises par l'arc électrique, la lampe Nernst, ou le manchon Auer, contiennent une proportion de rayons ultraviolets plus grande que les radiations solaires. Aussi attribuaient-ils les troubles de la vision à ces rayons ultraviolets et recommandaient-ils d'enfermer ces sources lumineuses dans un globe de verre de composition spéciale absorbant ces rayons.

Mais on se souvient sans doute que les conclusions de MM. Schanz et Stockhausen ont été combattues par divers savants et en particulier par M. W. Voege qui, par des recherches relatées dans *La Revue électrique* du 15 décembre 1908 (p. 438), démontra que les sources lumineuses modernes renferment toujours moins de rayons ultraviolets que la lumière du jour. M. Voege en concluait que ces rayons ne sont pour rien dans les troubles visuels produits par les sources de grand éclat comme l'arc électrique, et qu'il convient d'attribuer ces troubles à une mauvaise répartition de l'éclairage donné par ces sources.

La même année (1908), MM. A. Broca et Laporte présentaient, à la Société internationale des Électriciens, les résultats de recherches sur l'action nocive des sources modernes d'éclairage, en particulier de la lampe à arc au mercure qui donne, comme on sait, une lumière très riche en rayons ultraviolets. Or, ces auteurs concluaient qu'à la condition d'éviter la vue directe de la source lumineuse « il est absolument indifférent de choisir l'une ou l'autre des lampes industrielles actuellement en usage ». Les rayons ultraviolets n'auraient donc pas dans les troubles visuels l'importance que leur attribuaient MM. Schanz et Stockhausen.

Toutefois, il semble bien qu'il faudrait se garder de considérer les rayons ultraviolets comme inoffensifs. Leur action sur les bactéries, utilisée aujourd'hui pour la stérilisation de l'eau, montre nettement que ces rayons sont capables d'agir sur les cellules organisées. Aussi la Société française d'Ophtalmologie avait-elle mis, à l'ordre du jour de son dernier Congrès, l'étude de la **valeur comparative des divers modes d'éclairage au point de vue ophtalmologique.**

Le rapport présenté par M. le professeur Gariel sur cette question est analysé pages 26 à 31. Comme on le verra page 28, M. Gariel, tout en reconnaissant qu'il n'existe que peu d'expériences permettant de trancher la question, considère cependant ces expériences comme « ne laissant guère de doute que c'est aux radiations ultraviolettes qu'on doive attribuer les troubles oculaires divers qui se manifestent par l'action de sources très intenses ou par l'action prolongée de sources de moindre intensité ».

* * *

Pendant longtemps les wattmètres à fil chaud ont, en raison de la simplicité de leur construction, été presque exclusivement employés pour la mesure industrielle de la puissance des courants alternatifs; depuis quelques années on donne au contraire la préférence aux wattmètres électrodynamiques, plus précis que les précédents.

Toutefois la précision des wattmètres électrodynamiques n'est que relative et diverses causes viennent, comme on sait, introduire des erreurs dans les mesures. Dans un important travail publié récemment en Angleterre et dont un compte rendu est donné page 32, M. C.-V. Drysdale a repris l'étude de la **Théorie du wattmètre électrodynamique** et a cherché l'ordre de grandeur des corrections.

Parmi les causes des erreurs la plus importante et la mieux connue est le déphasage entre les courants traversant les deux bobines de l'instrument, que produit la réactance de la bobine à fil fin; une autre provient des courants d'induction qui se développent dans les deux bobines par suite de leur induction mutuelle; une troisième est due aux courants de Foucault qui prennent naissance dans les masses métalliques de l'instrument sous l'action des champs alternatifs des deux bobines; enfin, une quatrième découle de l'attraction électrostatique qui s'exerce entre les deux bobines.

Dans le cas où l'expression des courants circulant dans les bobines est une fonction sinusoïdale du temps, il est assez facile de calculer les corrections qu'on doit faire subir aux lectures pour faire disparaître les erreurs dues aux causes ci-dessus. Les résultats de ce calcul sont indiqués dans l'analyse du travail de M. Drysdale.

Si les courants sont des fonctions quelconques du temps, le calcul devient plus compliqué et il faut considérer chacune des harmoniques du courant. Les formules résultant de ce calcul montrent que les corrections sont alors proportionnelles au numéro d'ordre de l'harmonique et, par suite, deviennent très importantes si les harmoniques d'ordre élevé ont une amplitude non négligeable.

Parmi ces fonctions quelques-unes se prêtent à un calcul complet : c'est lorsqu'elles correspondent à une forme d'onde triangulaire ou rectangulaire. M. Drysdale a fait le calcul de la variation qu'il convient de faire subir aux termes correctifs lorsqu'on passe du cas de courants sinusoïdaux dans les deux bobines à divers cas courants de la pratique. Le Tableau qui résume les résultats de ce calcul montre que, pour un wattmètre donnant lieu à un déphasage de 0,06 degré, la variation de la correction est pratiquement négligeable, sauf pour une onde de forme rectangulaire.

De l'ensemble de son travail M. Drysdale tire d'ailleurs une conclusion générale de grande importance pratique, dont on trouvera l'énoncé à la fin du résumé de son travail.

* * *

Lorsqu'on songe à l'énorme intensité lumineuse que doivent avoir, sous un faible volume, les foyers



lumineux utilisés dans les phares, on arrive naturellement à conclure que, dans tous les phares de quelque importance, on a recours à l'éclairage par l'arc électrique. Cette déduction rationnelle se trouve d'ailleurs fortifiée par la large publicité qui a été donnée dans les journaux et dans les livres aux descriptions de quelques phares électriques. Mais, ainsi qu'on l'a vu par la lecture de l'article **Éclairage des phares par l'électricité** donné pages 459 à 463 du précédent numéro d'après une communication récente de M. J. Bénard à la Société des Ingénieurs civils de France, cette opinion, quoique très répandue, est tout à fait inexacte : dans le monde entier, il n'y a guère plus de deux douzaines de phares qui soient illuminés par l'électricité.

La France qui, depuis plus d'un siècle, tient, grâce aux travaux de Fresnel, la tête du progrès en matière d'éclairage des phares, tient aussi la première place au point de vue du nombre des phares électriques; elle possède en effet 13 phares de ce genre alors que l'Angleterre, qui vient immédiatement après elle, n'en a que 4.

Les 13 phares électriques situés sur les côtes françaises ont été érigés à diverses époques. Le premier en date est, comme on le sait, le phare de la Hève, près du Havre, mis en fonctionnement en 1863; le courant électrique était fourni par des machines de l'Alliance; son installation fut transformée en 1894. Le second est celui de Griz-Nez (1869), transformé vers 1884, puis vers 1900. Les phares de Dunkerque, Calais, la Canche, Planier et des Baleines, furent installés de 1882 à 1886, avec des machines magnéto-électriques de Méritens, en vertu d'un programme prévoyant la création de 46 phares électriques. En 1886, une Commission réduisit à 13 le nombre des phares devant être allumés à l'électricité; 7 ayant déjà reçu une installation électrique, il n'en restait plus que 6 à construire ou à pourvoir d'une installation de ce genre. Trois de ces derniers furent mis en fonctionnement de 1888 à 1890 : les phares de Créach, Belle-Ile et Barfleur, alimentés tout d'abord par des machines Méritens, remplacées vers 1900 par des alternateurs monophasés ou diphasés de Labour. Les phares de l'île d'Yeu et de la Coubre, érigés de 1893 à 1895, reçurent du premier coup une installation avec alternateurs Labour. Enfin, en octobre 1897, le phare de Penmarch ou d'Eckmühl, le dernier des phares électriques, était mis en service.

Si l'on compare l'intensité lumineuse de ces phares électriques aux phares illuminés par incandescence à vapeur de pétrole, on constate que les premiers sont de beaucoup les plus puissants : alors que pour le phare à vapeur de pétrole de l'île Vierge l'intensité lumineuse ne dépasse pas 50 000 carcels (soit environ 500 000 bougies, ce qui est déjà respectable), elle atteint 2 300 000 carcels au phare d'Eckmühl, le plus récemment construit, et 3 000 000 carcels au phare de Créach, le plus récemment transformé. Ce dernier phare est donc 60 fois plus puissant que les plus importants des phares illuminés par incandescence à la vapeur de pétrole.

Une grande intensité lumineuse étant semble-t-il la qualité primordiale qu'on doive exiger d'un foyer d'éclairage de phare, l'arc électrique paraît donc tout indiqué, depuis les chiffres précédents, comme source lumineuse des phares. Mais, en pratique, il faut également tenir compte des dépenses de premier établissement et d'entretien. Or ces dépenses sont très élevées pour les phares électriques et c'est là la raison qui a restreint le développement de ces phares.

Faut-il cependant désespérer de voir l'électricité prendre dans l'éclairage des phares l'importance qu'elle devrait avoir et qu'on lui attribue à tort? M. Bénard ne le pense pas. Mais il estime que c'est surtout dans les nombreux phares situés dans le voisinage des villes ou localités desservies par des canalisations électriques qu'il conviendrait tout d'abord d'adopter l'éclairage par l'électricité. On pourrait dans ce cas réaliser une notable économie d'entretien, mais à une condition : c'est d'y installer l'éclairage par incandescence et non l'éclairage par arc. Il faudrait donc réaliser une lampe à incandescence qui, suivant les expressions de M. Bénard, ait « l'aspect du tissu des manchons à incandescence avec la forme d'une sphère ou d'une ellipsoïde ». La confection d'une telle lampe a déjà été tentée par divers inventeurs, notamment par Langhaus. Bien que le succès n'ait pas couronné les efforts de ces inventeurs, d'autres peuvent être plus heureux. C'est le vœu par lequel M. Bénard termine sa communication.

***

Bien que les **accidents produits par les conducteurs d'énergie électrique** soient relativement rares, ils impressionnent toujours très fortement le public qui se sent de plus en plus menacé d'électrocution à mesure que se développent les installations de transmission d'énergie par l'électricité. De cette impression fâcheuse résulte une prévention contre les nouvelles installations à haute tension, prévention qui se manifeste de diverses façons, par exemple par le refus des propriétaires d'autoriser la traversée de leurs propriétés par une ligne de transmission.

Il est donc de toute nécessité que les électriciens s'efforcent de dissiper cette prévention. Le moyen le plus efficace serait évidemment de faire dis-

paraître sa cause. Mais on ne peut espérer supprimer complètement les accidents dus au contact accidentel des conducteurs : il y aura toujours, comme dans toutes les industries d'ailleurs, des accidents causés par un concours de circonstances qu'il est humainement impossible d'empêcher; il y en aura d'autres, résultant de l'insouciance des électriciens eux-mêmes qui, familiarisés avec le danger, oublieront de prendre les précautions nécessaires pour n'être pas les premières victimes de leurs installations.

Toutefois, comme ce sont les accidents occasionnant la mort de personnes étrangères à l'industrie électrique qui surtout émotionnent le public et comme, d'autre part, le plus grand nombre de ces accidents est dû à l'ignorance des victimes sur les dangers que présentent les canalisations électriques, il est un moyen sinon de dissiper complètement la prévention du public contre l'électricité, du moins de l'atténuer considérablement : c'est d'instruire ce public des dangers que peut lui faire courir son imprudence et de l'initier aux mesures qu'il doit prendre en cas d'accident.

Ce sont ces considérations qui amenaient le Ministère de l'Instruction publique, il y a déjà deux ans, à faire placarder dans les écoles communales l'affiche de l'Association des Industriels de France, concernant les dangers que présentent les canalisations électriques à haute tension, recommandant aux instituteurs de la commenter devant leurs élèves et même leurs parents le plus souvent possible. Plus récemment, il complétait ces instructions, en chargeant le service des projections lumineuses du Musée pédagogique d'établir une série de clichés de projection destinés à être montrés par les instituteurs aux habitants des régions traversées par des canalisations électriques. Cette série comprend 24 clichés et est accompagnée d'une notice, qui fournit aux instituteurs le thème des commentaires qui doivent accompagner les projections [1].

Bien que vues et notices soient constamment mises en circulation entre les mains des instituteurs par les soins du Musée pédagogique, il serait utile que les Compagnies de distribution d'énergie électrique, appliquant le vieux proverbe : « Aide-toi, le Ciel t'aidera », secondent les efforts du Ministère de l'Instruction publique en multipliant le plus possible les conférences. Et c'est dans cette intention qu'après avoir signalé les efforts du Ministère de l'Instruction publique, nous croyons devoir appeler l'attention des industriels sur la notice de M. J. Carvallo dont nous venons de parler.

Cette notice, œuvre de vulgarisation avant tout, ne renferme pas de documents nouveaux. Pour cette raison d'une part, par suite de sa longueur d'autre part, il ne nous a pas paru possible de la reproduire ici. Mais nous en donnons ci-dessous [1] l'introduction dont la lecture montrera suffisamment, nous l'espérons, l'intention qui a guidé l'auteur dans la rédaction de cette notice : initier le public aux dangers réels que présentent les installations électriques, mais lui montrer en même temps les immenses services qu'elles rendent et lui faire voir qu'il est facile de diminuer le nombre et l'importance des accidents en prenant quelques précautions élémentaires. J. BLONDIN.

---

[1] Cette notice a pour titre : *Les accidents produits par les conducteurs d'énergie électrique*. Elle est due à M. J. CARVALLO, agrégé de l'Université et ingénieur diplômé de l'École pratique d'Électricité industrielle.

[1] INTRODUCTION. — Le 2 mai 1909 s'ajoutait, à la liste déjà trop longue des accidents dus aux transports d'énergie électrique un accident causant du même coup la mort de trois personnes, victimes soit de leur étourderie, soit de leur ignorance, et voici dans quelles circonstances, identiques d'ailleurs à celles de presque tous les accidents de ce genre. Le long de la ligne du chemin de fer de ceinture de Paris, encaissée entre deux talus présentant une forte pente, court à peu près au niveau du sol une ligne électrique à haute tension qui sert à l'éclairage des gares. Un enfant habitant dans le voisinage jouait, paraît-il, à courir après des hannetons et traversa la barrière qui sépare le talus de la rue. Il descendit vers la voie; au bas, son pied heurta le câble. Le résultat ne se fit pas attendre, il tomba immédiatement électrocuté et son corps vint se placer parallèlement au câble, sa tête restant en contact avec lui. L'accident avait eu un spectateur, un jeune homme d'une vingtaine d'années, qui, n'écoutant que son courage, escalada la grille pour courir au secours de l'enfant déjà mort d'ailleurs. Il saisit la victime par ses vêtements d'abord et, ne ressentant aucune secousse, il crut pouvoir la soulever en la pressant à bras-le-corps; il tomba à son tour et son corps resta à côté de celui de l'enfant sur le câble. Hélas ! cette première leçon n'avait pas suffi. De la foule qui s'était amassée dans le voisinage s'avança un deuxième sauveteur; malgré les cris de tous les spectateurs qui lui signalaient le danger, il voulut couper le câble, et ce fut la troisième victime. Dans l'intervalle, le service de la voie avait été prévenu. Le courant fut donc coupé et alors on put dégager sans crainte les trois victimes et leur donner les soins que nous verrons dans la suite. Ces soins furent inutiles, tous trois étaient morts.

Quelle est donc cette chose mystérieuse qui tue avec précision? L'homme n'est-il pas fou d'utiliser un agent aussi dangereux que le courant électrique? Ou bien les avantages en sont-ils si grands, qu'on n'ait pas crainte de s'en servir et de s'en approcher? Quelles sont les raisons qui font que maintenant les installations électriques s'étendent presque partout dans les villes et à la campagne, et pourquoi augmente-t-on toujours la tension de ces installations? Enfin quels sont exactement les dangers que présentent ces installations, quelle est la nature des accidents qu'elles produisent et quels soins faut-il apporter aux victimes? Voilà les points que nous allons passer en revue.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : 276-35.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Treizième Bulletin bimensuel de 1910.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 1er juin 1910.

Présents : MM. Brylinski, Cordier, Piaton, Zetter, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; Chaussenot, secrétaire adjoint fonctionnaire; Beauvois-Devaux, trésorier; Eschwège, Pinot, Sartiaux, Sciama.

Absents excusés : MM. Guillain, président; G. Vautier, secrétaire adjoint fonctionnaire; Boutan, Godinet.

En l'absence de M. Guillain toujours souffrant, la séance est présidée par M. Brylinski.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Documents officiels. — Les documents officiels parus depuis la dernière séance comprennent notamment un arrêté du Ministre du Travail du 26 mai instituant une Commission consultative chargée de concourir à l'élaboration des règlements d'administration publique prévus par la loi sur les retraites ouvrières et paysannes et une proposition de loi tendant à supprimer le travail de nuit des enfants dans les usines à feu continu (n° 3112).

Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques à l'intérieur des maisons. — Les représentants des Syndicats intéressés indiquent que les études sont actuellement poursuivies au sein de chaque Syndicat et que la Commission de l'Union pourra bientôt être saisie des observations et demandes de modifications qui sont formulées relativement au projet préparé par la Commission. Les observations du Syndicat des Forces hydrauliques, du Syndicat professionnel des Usines d'électricité et du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz sont déjà parvenues au Secrétariat.

Affichage dans les usines. — Le Comité a indiqué l'intérêt qu'il y aurait à voir la collection des affiches remplacée par un livret mis à la disposition des ouvriers, ainsi que l'a proposé M. le Ministre du Travail.

Congrès des Associations internationales a Bruxelles. — MM. Sartiaux et Zetter rendent compte des travaux du Congrès auxquels ils ont pris part. La question de la langue internationale a occupé presque tout le temps des travaux et il ne semble pas qu'on doive s'attendre à voir ce Congrès s'intéresser aux questions d'unification des unités internationales industrielles.

Jurisprudence. — Arrêt de la Cour de Cassation, Société lilloise d'éclairage électrique contre Tramways de Lille, 18 avril 1910. La Cour de Cassation a confirmé l'arrêt de la Cour d'appel de Douai du 11 novembre 1908. L'arrêt indique que, s'il est loisible à une Société de Tramways de vendre ses excédents normaux considérés comme des accessoires licites de son industrie, elle n'a pas le droit de créer ces excédents par l'installation de machines plus puissantes qu'il n'est nécessaire.

Banquet. — Le Comité, en exprimant ses meilleurs vœux pour le prochain et complet rétablissement de son Président, reporte le Banquet à une date ultérieure pouvant atteindre les premiers mois de 1911.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Treizième Bulletin bimensuel de 1910.

CHANGEMENT DE DOMICILE.

Nous avons l'honneur d'informer Messieurs les Membres adhérents, ainsi que les personnes en relations avec notre Syndicat, que le siège social et les bureaux du secrétariat sont transférés, depuis le 1er juillet 1910,

rue d'Édimbourg, n° 9 (au rez-de-chaussée).

Prière d'y adresser toutes correspondances et toutes communications concernant le Syndicat.

Bibliographie.

MM. les membres peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

9° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

10° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

11° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

12° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie; les décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi;

13° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES. — Arrêté exonérant, à partir du 1er juillet 1910, certaines communes des frais de la distribution des télégrammes, des messages téléphonés et des avis d'appel téléphonique, p. 38.

PRÉFECTURE DE LA SEINE. — Avis d'enquête sur une demande en concession du transport et de la distribution jusqu'à Paris de l'énergie électrique provenant de la force motrice du Rhône, à Génissiat (Ain), p. 38.

AVIS COMMERCIAUX. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, p. 39.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

TREIZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

SOMMAIRE : Liste des nouveaux adhérents, p. 10. — Bibliographie, p. 10. — Compte rendu bibliographique, p. 10. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité, p. 10.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 juin 1910.

Membres actifs.

Mme

BAUSIL (Marie), Concessionnaire de la station électrique de Belesta, à Belesta (Ariège); présentée par MM. Fourié et Brylinski.

MM.

BAYON (Antoine), Chef d'usine, Énergie électrique du Centre, à Le Coteau (Loire); présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

CAUDRELIER (Esprit), Ingénieur attaché à la Compagnie parisienne de Distribution d'électricité, 181, rue de Courcelles, Paris; présenté par MM. Eschwège et Imbs.

Membre correspondant.

M.

COZE (Noël), Inspecteur à la Société anonyme des Usines à gaz du Nord et de l'Est, 64, boulevard de Strasbourg, Paris; présenté par MM. Bizet et André Coze.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs, présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie, par M. A. Berthelot, député.

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et réglementation. — Arrêté de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes du 30 juin 1910, fixant les frais de contrôle pour l'année 1910, p. 38.

Chronique financière et commerciale. — Convocations d'assemblées générales, p. 38. — Société Versaillaise de tramways électriques et de distribution d'énergie, p. 38. — Avis, p. 40. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XIX.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MACHINES DYNAMOS.

Les pertes dans les faces polaires (¹).

THÉORIE. — Dans toute machine dynamo à armature dentée, l'induction magnétique dans la pièce polaire est plus grande en face d'une dent qu'en face d'une encoche, de sorte que, pendant la rotation de l'induit, chaque point de la pièce polaire est soumis à une induction pulsatoire qui donne naissance à des courants de Foucault dans la masse.

L'hystérésis absorbe aussi une certaine énergie, mais la fréquence de la pulsation due à la denture étant ordinairement élevée, la perte par courants de Foucault est prépondérante; avec des pièces polaires pleines la perte hystérétique est négligeable. Il est d'ailleurs pratiquement impossible de séparer ces deux pertes.

N'était l'influence des courants de Foucault eux-mêmes, le flux se distribuerait, au dehors et au dedans de la pièce polaire, de la façon qui correspond à la réluctance totale minima, c'est-à-dire que les pulsations de flux s'effaceraient graduellement et l'induction tendrait vers une valeur uniforme en pénétrant dans la masse de la pièce polaire. Mais les courants de Foucault contribuent à cette égalisation, et leur influence à ce point de vue est maxima à la surface du pôle, où les pulsations ont la plus grande amplitude.

Avec des pièces polaires pleines, l'onde magnétique est pratiquement amortie à une distance d'un millimètre environ de la surface polaire; la pulsation ne se fait donc sentir que dans une couche très mince de matière.

Avec des pièces polaires feuilletées, il en est tout autrement. Les figures 1 et 2 font comprendre cette différence. La figure 1 *a* est un plan et la figure 1 *b* une élévation d'une pièce polaire pleine et des dents de l'armature; la figure 1 *c* représente la variation du flux, supposée sinusoïdale, à la surface polaire. Dans la figure 1 *a*, les trajets des courants de Foucault sont indiqués en lignes minces, ainsi que leurs sens par des flèches, ces sens correspondant à un mouvement de droite à gauche des dents par rapport à la pièce polaire. Les parties transversales de ces courants sont celles qui produisent l'amortissement des pulsations du flux; elles prédominent dans le cas des pôles pleins; on les appellera ici *courants amortisseurs*.

Pour les proportions usuelles des dents et des pièces polaires, la partie du trajet des courants de Foucault qui se trouve dans le sens circonférentiel est relativement faible; les courants dirigés dans ce sens tendent à affaiblir les pulsations magnétiques au centre du pôle et à les renforcer aux deux extrémités du diamètre parallèle à l'axe de la machine; ils servent d'écran au centre du pôle, les auteurs les appellent pour cette raison *courants d'écran* (screening currents). Avec des pôles pleins, on peut négliger les courants d'écran.

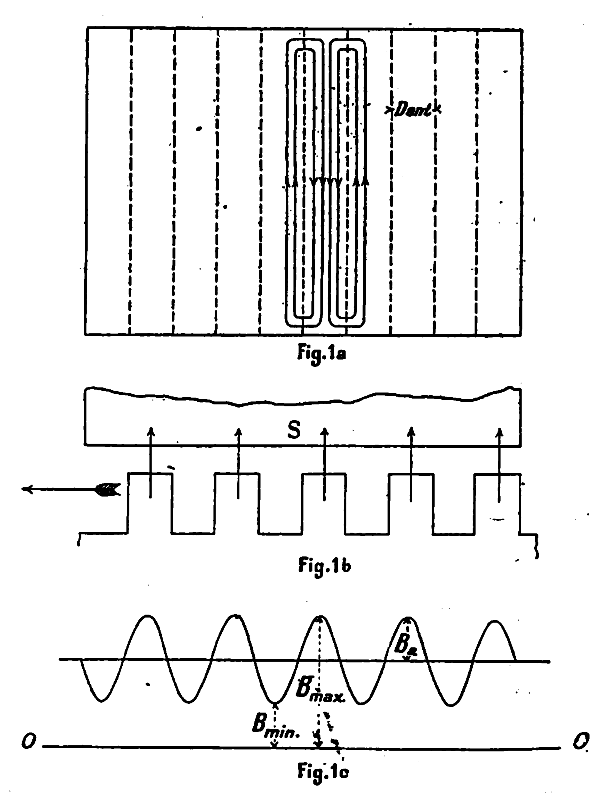


Fig. 1. — Courants de Foucault et variation de l'induction dans une pièce polaire pleine avec induit denté.

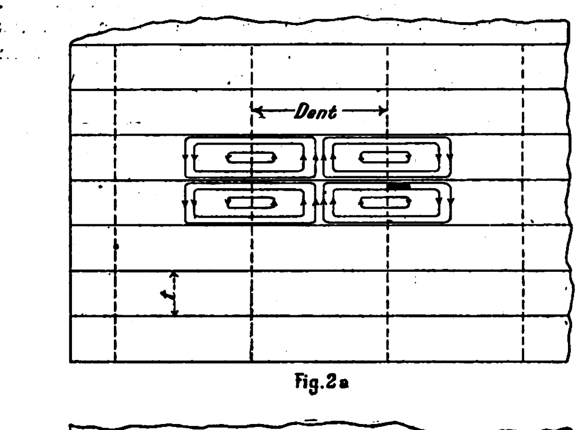
Les figures 2 *a* et 2 *b*, qui sont le plan et l'élévation d'une portion de pièce polaire *feuilletée*, se rapportent aux mêmes conditions que la figure 1; la figure 2 *a* indique les trajets des courants à la surface du pôle. Les courants d'écran, ou circonférentiels, prédominent, et les courants transversaux ou amortisseurs sont grandement réduits; les pulsations pénètrent donc beaucoup plus profondément dans le pôle et l'avantage des tôles est en grande partie neutralisé.

Les courants amortisseurs et les courants d'écran ont même origine et même nature. Les premiers s'opposent à la pénétration des ondes magnétiques dans la pièce polaire normalement à sa face, et les courants d'écran s'opposent à la pénétration des ondes dans les tôles, de leur surface latérale vers leur centre. Ces deux sortes de courants tendent à augmenter la réluctance du circuit

(¹) D'après C.-A. ADAMS, A.-C. LANIER, C.-C. POPE et C.-O. SCHOOLEY, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 1er juillet 1909. (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXVIII, août 1909, p. 1063-1086.)

magnétique et à diminuer la perte par courants de Foucault.

Une autre perte d'énergie dans la face polaire, qui peut être très grande dans certains cas, est due à la pulsation de la réluctance du circuit principal, causée par la variation du nombre des dents qui se trouvent en même temps sous un pôle.



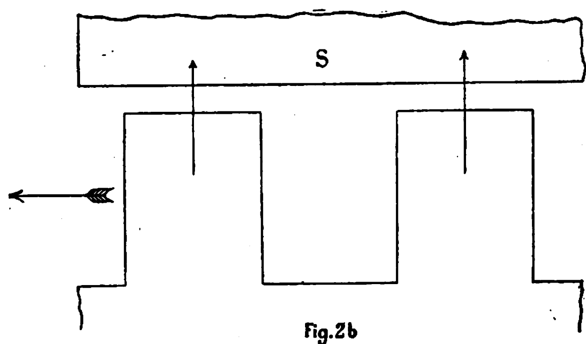


Fig. 2. — Courants de Foucault dans une pièce polaire feuilletée.

Cet effet varie avec la longueur de l'entrefer, le chanfreinage des pôles et le rapport de l'arc polaire à l'espacement des dents ou pas dentaire.

L'effet des courants amortisseurs et d'écran a été analysé théoriquement, pour des pièces polaires pleines, par Potier [1] et Rüdenberg [2], pour des pièces polaires feuilletées par Steinmetz [3].

Pièces polaires pleines. — Considérons une pièce polaire pleine soumise à des ondes de flux venant des dents, et négligeons les courants circonférentiels ou courants d'écran. Soient :

λ, le pas dentaire en centimètres;

v, la vitesse tangentielle de l'armature en centimètres par seconde.

Décomposons en ses harmoniques la courbe de distribution du flux à la surface de la pièce polaire, sur une circonférence concentrique à l'induit. Soit λ la longueur de l'onde fondamentale, et considérons séparément la perte due à chaque harmonique.

Soient :

B_1, l'amplitude de l'onde fondamentale;

B_n, l'amplitude de l'harmonique de rang n;

μ, la perméabilité de la face polaire;

ρ, sa résistivité électrique en unités électromagnétiques absolues.

Alors on peut montrer [(1) et (2)] que la perte dans la face polaire, en watts par centimètre carré, due à l'onde fondamentale de la pulsation, est environ

$$\text{(1)} \qquad P_1 = \frac{B_1^2}{8\pi}\sqrt{\frac{v^3\lambda}{\mu\rho}}\,10^{-7}.$$

On peut s'étonner que la perte dans la face polaire soit proportionnelle à la puissance $\frac{3}{2}$ de la vitesse (et par suite de la fréquence du passage des dents) plutôt qu'à son carré. La raison en est que plus la fréquence est élevée plus l'amortissement est énergique et réduit l'épaisseur de la couche active.

En appliquant l'équation (1) aux harmoniques, il faut se rappeler que si λ, le pas dentaire, est aussi la longueur de l'onde fondamentale de la distribution circonférentielle du flux, la longueur d'onde du $n^{\text{ième}}$ harmonique est $\frac{\lambda}{n}$.

En négligeant l'influence des courants amortisseurs et de la saturation sur la distribution du flux dans la pièce polaire, B_1, B_2, B_3, etc. sont proportionnels à l'induction moyenne B dans la face polaire et peuvent s'écrire

$$B_1 = k_1 B, \qquad B_2 = k_2 B, \qquad B_3 = k_3 B, \qquad \ldots.$$

On tire alors de l'équation (1)

$$\text{(2)} \qquad \begin{cases} P_1 = \dfrac{10^{-7}}{8\pi}k_1^2 B^2\sqrt{\dfrac{v^3\lambda}{\mu\rho}} \\ \text{et} \\ P_n = \dfrac{10^{-7}}{8\pi}k_n^2 B^2\sqrt{\dfrac{v^3}{\mu\rho}\dfrac{\lambda}{n}}. \end{cases}$$

Le rapport de l'amplitude du $n^{\text{ième}}$ harmonique à celle de l'onde fondamentale est $\frac{k_n}{k_1} = a_n$. On a alors

$$\text{(3)} \qquad P_n = P_1\frac{a_n^2}{\sqrt{n}},$$

et la perte totale dans la face polaire, en watts par centimètre carré de surface, est

$$\text{(4)} \qquad P = \frac{10^{-7}}{8\pi}k_1^2 B^2\sqrt{\frac{v^3\lambda}{\mu\rho}}\left(1 + \frac{a_2^2}{\sqrt{2}} + \frac{a_3^2}{\sqrt{3}} + \ldots\right)$$

ou

$$\text{(5)} \qquad P = \frac{10^{-7}}{8\pi}k^2 B^2\sqrt{\frac{v^3\lambda}{\mu\rho}},$$

avec

$$\text{(6)} \qquad k^2 = k_1^2\left(1 + \frac{a_2^2}{\sqrt{2}} + \frac{a_3^2}{\sqrt{3}} + \ldots\right).$$

(1) *L'Industrie électrique*, 1905, p. 35.
(2) *E. T. Z.*, t. XXVI, 1905, p. 181.
(3) *Transient Phenomena*, p. 355.

Ainsi kB est l'amplitude de la pulsation sinusoïdale *équivalente* à la pulsation vraie, et le problème se ramène à la détermination de k. Or k dépend de deux variables : b, rapport de l'ouverture des encoches au pas dentaire, et q, rapport de l'ouverture des encoches à la longueur d'entrefer. Mais b varie peu pour les machines à encoches ouvertes, sa valeur est toujours voisine de 0,5. Alors, b étant à peu près constant, k ne dépend guère que du rapport

$$q = \frac{w_s}{\delta},$$

w_s étant l'ouverture des encoches et δ la longueur d'entrefer. Comme il est pratiquement impossible d'arriver à une détermination générale de k, on a considéré quelques cas particuliers : pour les valeurs $q = 2$, 6, 12 et 24, on a fait l'analyse harmonique de courbes de distribution de flux données par Wall [1], et l'on a calculé les valeurs de k^2 par l'équation (6).

Ces valeurs sont représentées par la courbe de la figure 3; elles se rapportent à $b = 0,5$.

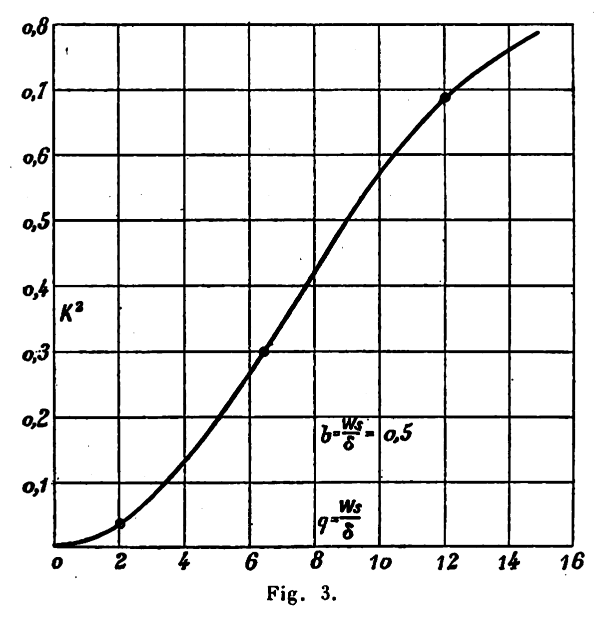


Fig. 3.

Pour les entrefers très grands, q est faible et k tend évidemment vers zéro.

Pour des valeurs plus grandes de b, k serait un peu plus grand, et plus faible pour des valeurs plus faibles de b. Mais ces différences sont peu importantes.

L'équation (6), complétée par la courbe de la figure 3, donne donc une idée assez exacte des facteurs qui déterminent les pertes dans les faces polaires, pour des pièces polaires pleines.

Pièces polaires feuilletées. — Ce cas est trop complexe pour l'analyse, mais on peut évaluer approximativement l'effet du feuilletage en prenant pour point de départ l'équation (5).

[1] WALL, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, t. XL, juin 1908, p. 550.

Supposons que les courants de Foucault suivent les circuits symétriques indiqués par la figure 4, et considérons l'élément ab du courant amortisseur. Cet élément reçoit exactement la même force électromotrice que dans le cas de la pièce polaire pleine, mais la résistance de son trajet est $1 + \frac{\lambda}{2t}$ fois plus grande que dans ce cas, t étant l'épaisseur des tôles et λ le pas dentaire. Ces courants amortisseurs, par comparaison avec ceux de la pièce polaire pleine, auront donc le même effet que si la résistance spécifique était augmentée dans le rapport $1 + \frac{\lambda}{2t}$ ou environ $\frac{\lambda}{2t}$ [1]. Ceci suppose un fer de même qualité dans les deux cas.

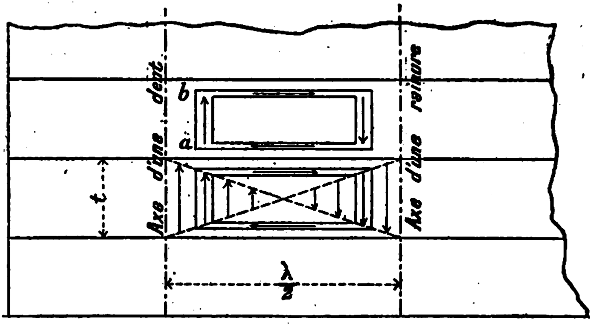


Fig. 4.

Il faut observer aussi que ce réseau de courants amortisseurs ne traverse pas toute l'épaisseur des tôles; seuls les courants dont le circuit est le plus développé la traversent presque entièrement. Ce raccourcissement de trajet a pour effet de réduire l'effet amortisseur et par suite d'accroître légèrement la perte.

En introduisant le rapport $\frac{\lambda}{2t}$ dans l'équation (5), ainsi qu'une constante a pour tenir compte de l'effet qu'on vient d'indiquer, la perte en watts par centimètre carré de face polaire est

$$P_l = Pa\frac{2t}{\lambda} \tag{7}$$

ou

$$P_l = \frac{10^{-7}}{8\pi} k^2 B^2 a \frac{2t}{\lambda} \sqrt{\frac{v^3 \lambda}{\mu\rho}} \tag{8}$$

ou

$$P_l = 7,96 \times 10^{-9} atk^2 B^2 \sqrt{\frac{v^3}{\mu\rho\lambda}}. \tag{9}$$

Ainsi, tandis que dans les pièces polaires pleines la perte est proportionnelle à $\sqrt{\lambda}$, dans les pièces polaires feuilletées elle est inversement proportionnelle à $\sqrt{\lambda}$.

La principale utilité de ces équations théoriques est de servir de base à l'interprétation des résultats d'expériences.

[1] Nous avons cru devoir représenter la résistance par $1 + \frac{\lambda}{2t}$ au lieu de $1 + \left(\frac{\lambda}{2t}\right)^2$, comme l'indique l'original, ce qui est d'ailleurs conforme aux formules suivantes.

1...

Résultats d'expérience. — On employa une machine munie de pôles et de pièces polaires amovibles et de trois induits, chacun ayant un nombre différent de dents. Des trois jeux de pièces polaires, l'un était en fonte d'acier recuit, l'autre en tôles de 0,35 mm (0,014 pouce), l'autre en tôles de 1,5 mm (0,06 pouce).

Pour déterminer les pertes dans les faces polaires, on fit marcher la machine comme moteur à vide; on mesurait la puissance absorbée et l'on en déduisait les autres pertes comme il est dit ci-dessous.

Essais à vitesse constante. — On fit varier dans de grandes limites le courant d'excitation et la tension aux balais de façon à maintenir une vitesse constante de 1246 t : m. En construisant la courbe des watts dissipés en fonction des volts, on détermina la perte par frottements. Cette perte, augmentée de la perte dans le cuivre de l'induit et dans les balais, fut alors retranchée du total, ce qui donna la perte dans le noyau induit augmentée de la perte dans les pièces polaires. La courbe de la somme de ces deux pertes, tracée en fonction de la longueur d'entrefer, donne, si on la prolonge un peu, la perte dans le noyau induit. En la retranchant, on a la perte dans les pièces polaires.

Essais à flux constant. — On maintint constant le courant d'excitation et l'on fit varier la vitesse dans de grandes limites par la variation de la tension aux balais. Le but de ces essais était de vérifier l'exposant de v dans les équations (5) et (9).

Ces deux essais ont été faits avec de nombreuses combinaisons des trois induits, des trois jeux de pièces polaires et de cinq longueurs d'entrefer.

Exposants. — On traça la courbe de P en fonction de B (pour une vitesse constante) sur du papier logarithme; on détermina ainsi l'exposant de B. En traçant de même la courbe de P en fonction de v (pour une induction B constante) on détermina l'exposant de v.

L'exposant moyen de B a été trouvé égal à :

2,5 pour les pièces polaires pleines,
2,4 pour les tôles de 1,5 mm,
2,3 pour les tôles de 0,35 mm.

Le fait que cet exposant est plus grand que 2 est dû probablement à la décroissance de la perméabilité pour les inductions élevées et à la formation de courants de Foucault dans les conducteurs induits.

L'exposant moyen de v a été trouvé égal à 1,55, un peu plus grand que la valeur théorique de l'équation (5). Cet excès apparent est dû probablement aux erreurs causées par la distorsion.

La valeur de λ n'était pas assez différente pour les trois armatures pour permettre de vérifier son exposant.

Les essais ont montré que les courbes de P en fonction de q (non reproduites ici) sont très voisines de la forme exponentielle dans une grande partie de leur longueur. On a remarqué qu'il en est de même pour la courbe calculée de la figure 3, représentant les variations de k^2 en fonction de q. Cela a donné l'idée de chercher à exprimer k^2 sous la forme d'une fonction exponentielle simple de q, ce qui permettrait de formuler d'une façon assez simple la perte dans la face polaire. Dans ce but on a relevé sur du papier logarithme les résultats théoriques et expérimentaux et l'on a pris la moyenne des exposants de q. La partie inférieure de la courbe de la figure 3, allant jusqu'à $q = 6$, a donné l'exposant 1,8. Par l'expérience, on a trouvé : 1,88 pour les pièces polaires pleines, 1,5 pour les tôles de 1,5 mm, et 1,22 pour les tôles de 0,35 mm. Si les exposants sont plus faibles pour les pièces polaires feuilletées, cela est dû, au moins en partie, à l'effet d'écran qui se produit dans la section de chaque tôle, tendant à repousser le flux et les courants de Foucault vers ses surfaces latérales.

Expression en formules des résultats d'expérience. — En négligeant les variations de μ et de ρ, les résultats de ces essais peuvent se résumer dans les formules empiriques suivantes, exprimées comme les précédentes en unités C. G. S. :

Pour les pièces polaires pleines

$$P_p = \frac{2,65}{10^4}\left(\frac{B}{10^3}\right)^{2,5}\left(\frac{v}{10^3}\right)^{1,55} q^{1,88}\sqrt{\lambda}; \tag{10}$$

Pour les tôles de 1,5 mm

$$P_{1,5} = \frac{0,985}{10^4}\left(\frac{B}{10^3}\right)^{2,4}\left(\frac{v}{10^3}\right)^{1,55} q^{1,5}\frac{1}{\sqrt{\lambda}}; \tag{11}$$

Pour les tôles de 0,35 mm

$$P_{0,35} = \frac{0,705}{10^4}\left(\frac{B}{10^3}\right)^{2,3}\left(\frac{v}{10^3}\right)^{1,55} q^{1,22}\frac{1}{\sqrt{\lambda}}. \tag{12}$$

Ces formules ne sont applicables que pour des conditions semblables à celles de l'essai en ce qui concerne la perte par pulsation de la réluctance, l'isolement des tôles, les valeurs de μ, de ρ, etc.

Pertes additionnelles dans les faces polaires. — D'autres pertes viennent quelquefois s'ajouter à celles qu'on a évaluées ici pour les pièces polaires feuilletées; elles sont dues surtout aux rivets transversaux et aux vis à grosse tête aplatie, qu'on emploie quelquefois pour fixer les pièces polaires feuilletées. Sauf dans les cas de réluctance pulsatoire, les rivets ne contribuent guère à la perte totale, en raison de la très faible pénétration des ondes de flux dentaires (environ 0,75 mm ou 1 mm). Les grosses têtes de vis, au contraire, ajoutent considérablement à la perte.

Application à la construction des machines. — Il est intéressant de comparer les watts perdus par unité de superficie de la face polaire aux watts utiles produits dans la surface d'induit correspondante, car leur rapport donne le taux pour 100 de la perte dans les faces polaires.

Soient Δ le courant périphérique dans l'induit (ampères-conducteurs par centimètre de développement périphérique), v la vitesse tangentielle de l'induit en centimètres par seconde, B l'induction moyenne dans la face polaire; alors les watts utiles développés par centimètre carré de la face polaire sont

$$P_0 = v\Delta B . 10^{-8}.$$

Les watts perdus par centimètre carré de face polaire pleine sont [équation (10)]

$$P_p = \frac{2,65}{10^4}\left(\frac{B}{10^3}\right)^{2,5}\left(\frac{v}{10^3}\right)^{1,55} q^{1,88}\sqrt{\lambda}.$$

Le rapport est

$$r = \frac{P_p}{P_0} = \frac{2,65}{10^2}\left(\frac{B}{10^3}\right)^{1,5}\left(\frac{v}{10^3}\right)^{0,55} q^{1,88}\sqrt{\lambda}.$$

Cette formule, indiquant les facteurs qui déterminent le taux pour 100 de la perte dans les faces polaires, permet de considérer d'une façon rationnelle la question du feuilletage. Soient par exemple $v = 1525$ cm : s (50 pieds par seconde), $B = 6200$, $\Delta = 157$ ampères-conducteurs par centimètre (400 par pouce), et $\lambda = 17,8$ mm (0,7 pouce); alors pour maintenir r au-dessous de 1 pour 100 il faut maintenir q au-dessous de 1,6 pour les pièces polaires pleines. Pour les pièces polaires en tôles de 1,5 mm, q pourrait être augmenté jusqu'à 3,1 et, pour les tôles de 0,35 mm, la valeur de q pourrait atteindre 5,9 sans que le rapport r dépasse 1 pour 100.

P. L.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Accumulateur B. Becker (1).

Les plaques positives sont en plomb doux, empâtées ou non. Elles sont constituées par la réunion de plaquettes longues et étroites en plomb doux, à nervures longitudinales très fines laissant entre elles un profond sillon garni ou non de matière active (*fig.* 1). L'extrémité supérieure *a*, destinée à fixer les plaquettes et à conduire le courant, est soudée électriquement à la partie supérieure d'un cadre en plomb antimonié. L'extrémité

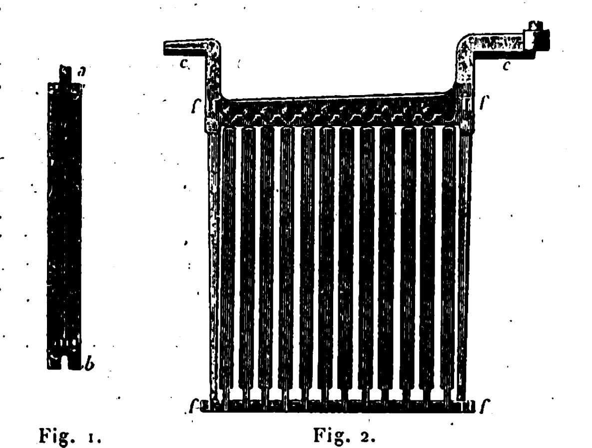


Fig. 1. Fig. 2.

inférieure *b*, dans laquelle a été ménagée une échancrure allongée, vient chevaucher sur la base du cadre, guidée par des crans ménagés à cet effet (*fig.* 2), dans le modèle à décharge lente. Dans le modèle à décharge rapide (*fig.* 3), l'extrémité *b* vient glisser dans les mortaises pratiquées dans la base du cadre. Dans ce dernier cas, le nombre des plaquettes, pour un même cadre, est moitié de celui de la plaque à décharge lente, et ces plaquettes sont alors disposées dans un même plan. Dans les deux montages, la partie supérieure du cadre est prolongée par des couteaux *c*, *c* (*fig.* 2 et *fig.* 3) venant reposer sur les bords du bac.

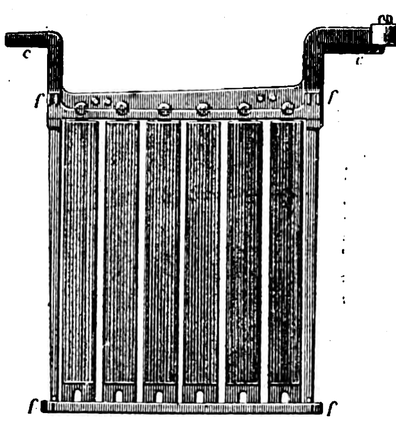


Fig. 3.

Les électrodes négatives sont également constituées par de petites plaquettes, mais en plomb légèrement antimonié (*fig.* 4). La quantité de matière active qu'elles

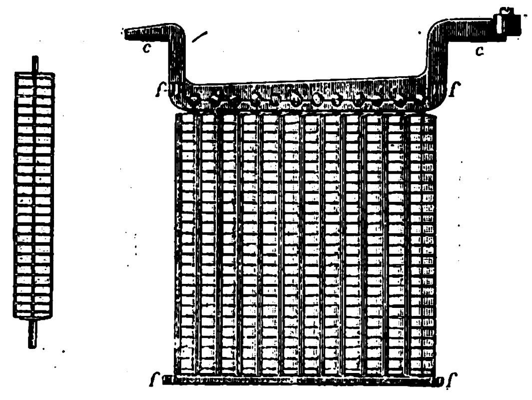


Fig. 4. Fig. 5.

portent est calculée de telle sorte que leur capacité soit plus du double de celle des électrodes positives correspondantes. Elles sont soudées, par le haut, à une barre à couteaux semblable à celle formant la partie supérieure du cadre des positives et, n'étant pas sujette à des déformations, sont réunies de la même façon à leur partie inférieure à une barre de connexion maintenant leur écartement. Pour les électrodes destinées aux décharges lentes (*fig.* 5), les plaquettes sont inclinées à 45° sur le plan médian, sauf pour les négatives extrêmes qui, de même que pour les décharges rapides, sont faites d'un nombre de plaquettes moitié moindre et disposées dans un plan (*fig.* 6).

A l'une des extrémités des barres supérieures supportant les plaquettes est disposée une cuvette venue de fonte, dans laquelle est soudée une borne en laiton (*fig.* 2, 3, 5, 6). Sous la vis de cette borne, on serre une bande de cuivre rouge qui réunit ainsi les électrodes de même polarité pour un même élément et les électrodes inverses

(1) D'après les renseignements fournis par le constructeur.

de l'élément suivant. Lorsque les vis sont bien serrées, on remplit les cuvettes de vaseline et, avec un pinceau, on enduit de même matière les bandes de cuivre et les vis de serrage.

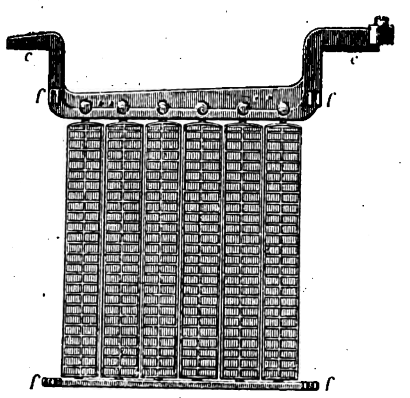


Fig. 6.

La séparation des électrodes est obtenue, dans les éléments à décharge lente, par des lames de verre guidées dans des rainures *f*, *f* (*fig.* 2, 3, 5, 6) dont sont munies les

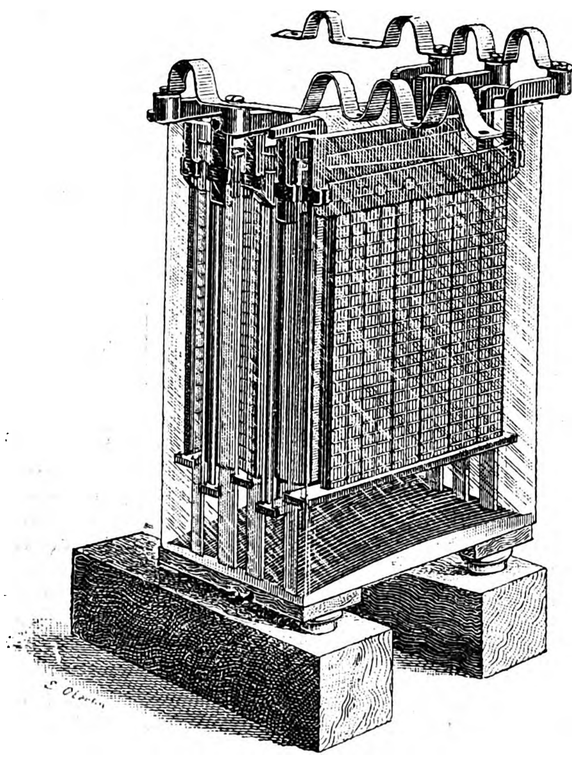


Fig. 7. — Élément 2 P[12] monté.

barres supérieures et inférieures des groupes de plaquettes. Les lames séparant les négatives extrêmes sont moins larges que les autres (*fig.* 7). Pour les éléments à décharge rapide, l'écartement des électrodes est obtenu par des tubes de verre maintenus en haut et en bas par des cavaliers en plomb antimonié, chevauchant sur les barres supérieures et inférieures des électrodes positives.

Dans le Tableau suivant ont été résumées les principales caractéristiques de l'élément 2 P[12] représenté en figure 7 et qui renferme deux plaques positives et trois plaques négatives. Chaque plaque comporte deux plaquettes dont la surface active est de 100^{cm^2} pour celles empâtées et de 916^{cm^2} pour les plaquettes nues :

Longueur extérieure du bac verre, en mm..........	250
Longueur totale, connexions comprises, en mm.....	330
Largeur extérieure du bac verre, en mm...........	160
Hauteur extérieure du bac verre, en mm...........	340
Poids total de l'élément à positives empâtées, en kg..	35
Poids de l'électrolyte à 24° B., en kg...............	7,7
Capacité au régime de 10 heures, en amp.-heure....	120

Cet élément est de la série L à décharge lente. Quand la décharge doit avoir une durée inférieure à 5 heures, on prend les éléments de la série R à décharge rapide. L'élément 4 P[6], de même capacité que le précédent, renferme quatre positives à six plaquettes chacune. Les caractéristiques sont les mêmes que ci-dessus, sauf la largeur du bac qui est de 200 mm et le poids total de 44 kg, dont 12,7 kg d'électrolyte à 24° B.

La capacité en 10 heures, de 5 ampères-heure par plaquette, correspond à 0,05 ampère-heure par centimètre carré pour les plaquettes positives empâtées et à 0,0055 ampère-heure par centimètre carré pour les plaquettes positives nues. Les plaquettes négatives correspondantes ont une capacité de 12 ampères-heure.

Procédé de formation rapide des plaques d'accumulateurs, à l'aide d'acide phosphorique et de phosphates (¹).

Ce procédé de formation des plaques à grande surface consiste à transformer d'abord en oxyde inférieur la surface du plomb sur une épaisseur d'environ 1 mm, puis à réduire cet oxyde en plomb spongieux. Pour les plaques positives on transforme le plomb spongieux en peroxyde en les chargeant dans l'acide sulfurique étendu.

Pour produire la couche d'oxyde de plomb, on peut prendre comme électrolyte l'acide phosphorique PO^4H^3 à 1 pour 100 ou le phosphate de sodium Na^2HPO^4 à 1 pour 100. Mais pour avoir une meilleure conductibilité il vaut mieux employer la solution à 10 pour 100 de Na^2HPO^4. On dissout alors 1 kg de ce sel cristallisé dans 9 kg d'eau distillée. La température est de 80° C. (± 10°). Les plaques à former sont montées entre des cathodes de même surface apparente, avec écartement de 10 mm assuré par des tubes de verre. L'intensité du courant est réglée de telle façon que la tension aux bornes, qui peut atteindre 2,2 volts au début, reste au-dessous de 2,6 volts. L'intensité baisse constamment en même temps que s'accroît l'épaisseur de la couche d'oxyde mauvais conducteur. La durée de formation est de 24 à 36 heures.

(¹) Franz Fischer, *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. XVI, 15 mai 1910, p. 353.

Après ce temps, les plaques sont recouvertes d'une couche très adhérente d'oxyde de plomb de couleur variant de jaune d'ocre à saumon. Cette couche renferme un peu d'acide phosphorique; elle est déjà d'épaisseur suffisante, pour la plupart des cas, après 24 heures.

L'oxyde ainsi formé se laisse facilement réduire mais difficilement peroxyder. On le réduit alors à la température ambiante en chargeant à 1 ampère par décimètre carré de surface apparente dans l'acide sulfurique de poids spécifique 1,18 jusqu'à abondant dégagement d'hydrogène. On lave ensuite les plaques à l'eau pendant environ 12 heures pour éliminer PO^4H^3. Pour fabriquer les positives, on charge enfin ces plaques comme anodes, à 1 ampère par décimètre carré de surface apparente, sans interruption, dans l'acide sulfurique de poids spécifique 1,09 et cela jusqu'à complet dégagement d'oxygène.

La réduction dure à peu près le même temps que l'oxydation; la peroxydation dure un temps double. Il faut donc compter sur un temps total de 4 à 5 jours pour la formation.

Les expériences suivantes expliquent ce procédé de formation. Lorsqu'on charge des bandes de plomb comme anodes dans de l'acide phosphorique à 1 pour 100 ou dans de l'acide sulfurique à 1 pour 100, à la même température (80° C. par exemple) et à la même densité de courant, on trouve qu'avec les deux acides il y a formation de peroxyde lorsqu'on emploie une densité de courant élevée. Mais, au-dessous de 0,5 ampère par centimètre carré, le peroxyde ne se produit que dans l'acide sulfurique et pas dans l'acide phosphorique. Dans ce dernier cas même, le peroxyde formé à haute densité de courant disparaît par action locale, une attaque du plomb sous-jacent se produisant alors.

L'emploi des solutions de phosphate a sur celui des solutions d'acide phosphorique l'avantage de ne pas donner lieu, pendant la formation, à un dépôt de plomb spongieux sur les cathodes, car dans ce cas il n'y a pas dissolution du plomb anodique.

Les anions du phosphate de sodium se séparent à l'anode avec formation de phosphate de plomb. Ce sel recouvre immédiatement toute la surface de l'anode. Mais il s'hydrolyse probablement par diffusion de la solution fortement alcaline produite à la cathode et se transforme ainsi en PbO avec régénération du phosphate Na^2HPO^4. Pendant cette transformation du phosphate de plomb en oxyde, il y a diminution du volume et par suite augmentation de porosité de la croûte, ce qui permet une nouvelle attaque du plomb.

On peut expliquer de la même façon pourquoi l'oxyde se laisse bien plus facilement transformer en Pb qu'en PbO^2 cette dernière transformation se produisant avec augmentation de volume.

La peroxydation du plomb spongieux se fait facilement par sa transformation passagère en sulfate de plomb.

D'après cette explication, il est possible qu'on obtienne encore de meilleurs résultats en partant d'acides complexes, comme l'acide phosphomolybdique, qui donnent des sels de plomb plus volumineux encore et laissent par conséquent une couche d'oxyde de plomb plus poreuse.

T. P.

Procédé de fabrication des plaques négatives Planté (1).

On sait qu'il est très difficile de fabriquer des négatives Planté de capacité suffisante et stable. Pour y parvenir, on a proposé récemment d'imprégner de charbon la couche de matière active. Pour cela, on plonge la plaque dans une solution de sucre, on la fait sécher puis on la chauffe de façon à carboniser le sucre. Cependant, ce procédé présente des difficultés. En effet, si la température est insuffisante, le sucre ne se transforme pas en charbon, mais se caramélise. Le caramel formé se dissout ensuite en partie dans l'électrolyte pendant qu'une autre partie bouche les pores de la matière active et diminue la capacité. Pour carboniser complètement le sucre, la température doit être suffisamment élevée et devient alors voisine de celle qui correspond à la fusion du plomb, de telle sorte qu'on risque de faire fondre les plaques entièrement ou partiellement.

Pour éviter ces inconvénients, on procède comme suit d'après le brevet en question : les plaques négatives Planté sont séchées puis trempées dans un liquide facilement combustible et qui donne du charbon par sa combustion, par exemple la benzine, l'essence de térébenthine; les solutions de résines dans l'alcool, l'éther, l'essence de térébenthine, etc.

Par la combustion de ces liquides, qui se trouvent en faible quantité dans les plaques, la chaleur dégagée est si faible et si rapidement absorbée par le métal de la plaque, qu'il ne survient aucune fusion. La plus grande partie du carbone renfermé dans le liquide brûle; le reste se dépose à l'intérieur de la matière active sous une forme extrêmement divisée.

D'après le brevet, des plaques ainsi fabriquées pourraient effectuer un grand nombre de charges et de décharges sans baisser notablement de capacité.

MOTEURS THERMIQUES.

Méthode de calcul des turbines à vapeur (2).

Les pertes dans les turbines à vapeur sont principalement causées par la résistance à l'écoulement et par les tourbillons produits par les aubes et, d'autre part, par les frottements des roues ou de l'arbre et aussi par les fuites inévitables au travers des jeux nécessaires entre les différentes parties fixes et mobiles.

Les premières pertes sont de beaucoup les plus importantes et produisent une diminution de la vitesse relative de la vapeur pendant son passage dans les aubes. M. Rateau a déterminé cette diminution de vitesse à l'aide d'un appareil spécial permettant l'emploi de différents types d'aubes; la pression exercée par l'écoulement de la vapeur sur ces aubes était mesurée à l'aide d'une balance. L'essai était fait une première fois avec, une seconde fois sans intercalation du segment à aubes; la différence des efforts exercés exprimait le coefficient des pertes à l'intérieur des aubes.

(1) Akkumulatoren-Fabrik A.-G. (brevet allemand 208799 du 10 juin 1908).

(2) *Dinglers Polytecknisches Journal*, 16 avril 1910.

Un grand nombre d'essais exécutés avec des formes d'aubes différentes ont montré que ce coefficient variait de 0,65 à 0,80 et qu'en général, pour les turbines d'action, il fallait compter sur une chute de vitesse égale à 20 pour 100 environ; quand les aubes sont neuves et parfaitement polies, cette perte est un peu plus faible mais les chocs produits par l'eau entraînée par la vapeur usent assez rapidement le métal pour qu'il soit nécessaire de compter sur le coefficient donné plus haut.

Le rendement de l'écoulement au travers de la turbine se détermine facilement à l'aide de ce coefficient et du diagramme des vitesses.

Les pertes par frottement des roues à aubes sont données d'après Rateau par l'expression

$$C \gamma R^5 n^3,$$

où C est un coefficient dépendant de l'état de la surface de la roue, de la hauteur des aubes et de la forme de l'enveloppe; γ est le poids spécifique de la vapeur en kg : cm³, R le rayon de la roue et n le nombre de tours par seconde.

Il est difficile d'évaluer les pertes directes à l'échappement car elles dépendent trop des soins apportés à l'établissement de la machine; les pertes par frottement des paliers sont faciles à calculer à l'aide des formules connues.

La méthode de calcul a été appliquée à une turbine à basse pression de 800 chevaux, disposée pour utiliser de la vapeur fraîche au cas où la vapeur à basse pression se trouve en quantité insuffisante; cette turbine était composée de deux groupes de roues, un groupe de quatre roues pour la basse pression et un groupe de trois roues pour la haute pression, et la vapeur d'échappement de ce dernier groupe se mélangeait avec la vapeur à basse pression alimentant le deuxième groupe.

Les aubes étaient établies exactement suivant le diagramme des vitesses et d'après le calcul, pour une charge de 800 chevaux à 3800 t : m; la consommation de vapeur à 6,5 kg : cm², avec une contrepression égale à 0,1 kg : cm² devait être égale à 6,8 kg par cheval et par heure, et avec de la vapeur à 1 kg : cm² de pression cette consommation devait devenir égale 11 kg.

La mesure de la puissance fournie par la turbine était faite à l'aide d'un frein hydraulique consistant en une pompe centrifuge double, le refoulement de la pompe alimentant l'aspiration, une vanne permettait d'étrangler la conduite pour créer la perte de charge nécessaire. Afin d'éviter l'échauffement de l'eau de circulation, on faisait circuler une certaine quantité d'eau froide.

L'enveloppe de la pompe était mobile autour de l'axe et disposée sur des paliers à billes; le couple résultant était mesuré à l'aide d'un bras de levier et d'un poids comme avec un frein de Prony ordinaire; la consommation de vapeur de la turbine était déterminée par la pesée de l'eau de condensation; les chiffres trouvés ont été les suivants : 6,7 kg à haute pression et 13 kg à basse pression, l'accord avec les résultats du calcul est d'autant plus satisfaisant que la turbine était de construction nouvelle.

Le frein décrit ci-dessus a permis de déterminer la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur; un grand nombre de mesures effectuées dans ce but ont donné comme moyenne 427 kilogrammètres.

USINES GÉNÉRATRICES.

La station centrale de Greenwich.

Introduction. — L'Entreprise municipale des tramways de Londres (London County Council Tramways) a été constituée le 1er janvier 1899 par l'achat d'un certain nombre de lignes appartenant à diverses entreprises privées et par la construction d'un nouveau réseau sous la direction de la Ville elle-même. Les premières lignes étaient à traction animale, les nouvelles sont à traction électrique, pour la plupart du système à caniveau souterrain. Au 31 mars 1908, l'Entreprise municipale comprenait approximativement 110 000 m de rues équipées électriquement et 83 270 m avec traction animale.

La Ville avait décidé, dès 1900, la construction d'une vaste centrale pour l'alimentation du réseau électrique. L'emplacement de la station fut d'abord fixé au dépôt de Camberwell, au sud de la Tamise. Les plans étaient terminés et le premier groupe de chaudière près d'être commandé lorsque, sur l'initiative de M. Rider appelé en 1901 à la direction de l'exploitation, l'emplacement de Camberwell fut abandonné et remplacé par l'ancien dépôt de Greenwich, au bord de la Tamise, partie est de Londres. M. Rider fit ressortir que, si l'emplacement de Camberwell présentait l'avantage d'être au centre de la partie la plus importante du réseau à desservir, il présentait par contre de sérieux inconvénients : le charbon (150 000 tonnes par an) devait être amené entièrement par voie ferrée et les cendres évacuées par le même moyen; de plus, l'absence d'une source abondante d'eau froide obligeait à prendre des machines sans condensation ou à installer des réfrigérants; ces diverses raisons parurent suffisantes au Council, qui adopta le projet d'une station à Greenwich.

C'est cette station, commencée vers la fin de 1901, à peine terminée aujourd'hui, mais dont la première partie est inaugurée depuis 1906, que nous nous proposons de décrire d'après le remarquable travail de M. Rider lui-même (1).

La station de Greenwich est située aux bords de la Tamise où elle occupe une superficie d'environ 15 000 m²; elle s'étend sur 73 m le long du fleuve, 197 m le long de Hoskins Street et 94 m le long de Woolwich-Road.

La figure 1 donne le plan d'ensemble de la station qui comprend une chaufferie de 135 m de long sur 24,50 m de large, une salle de machines de mêmes dimensions et les bâtiments auxiliaires.

Les fondations consistent en un lit de béton de 1,83 m d'épaisseur, s'étendant sur l'emplacement tout entier, avec murs de soutènement également en béton. La superstructure est une ossature métallique entourée extérieurement de murs en briques.

Les quatre cheminées ont un diamètre intérieur de 4,27 m; deux d'entre elles ont 79,20 m de hauteur.

(1) J.-H. Rider, *Le système électrique des London County Council Tramways*, Communication présentée à l'Institution of Electrical Engineers (*Journal of the I. E. E.*, n° 197, Vol. XLIII, septembre 1909, p. 235-366). Ce travail a valu à son auteur le prix annuel de l'Institution.

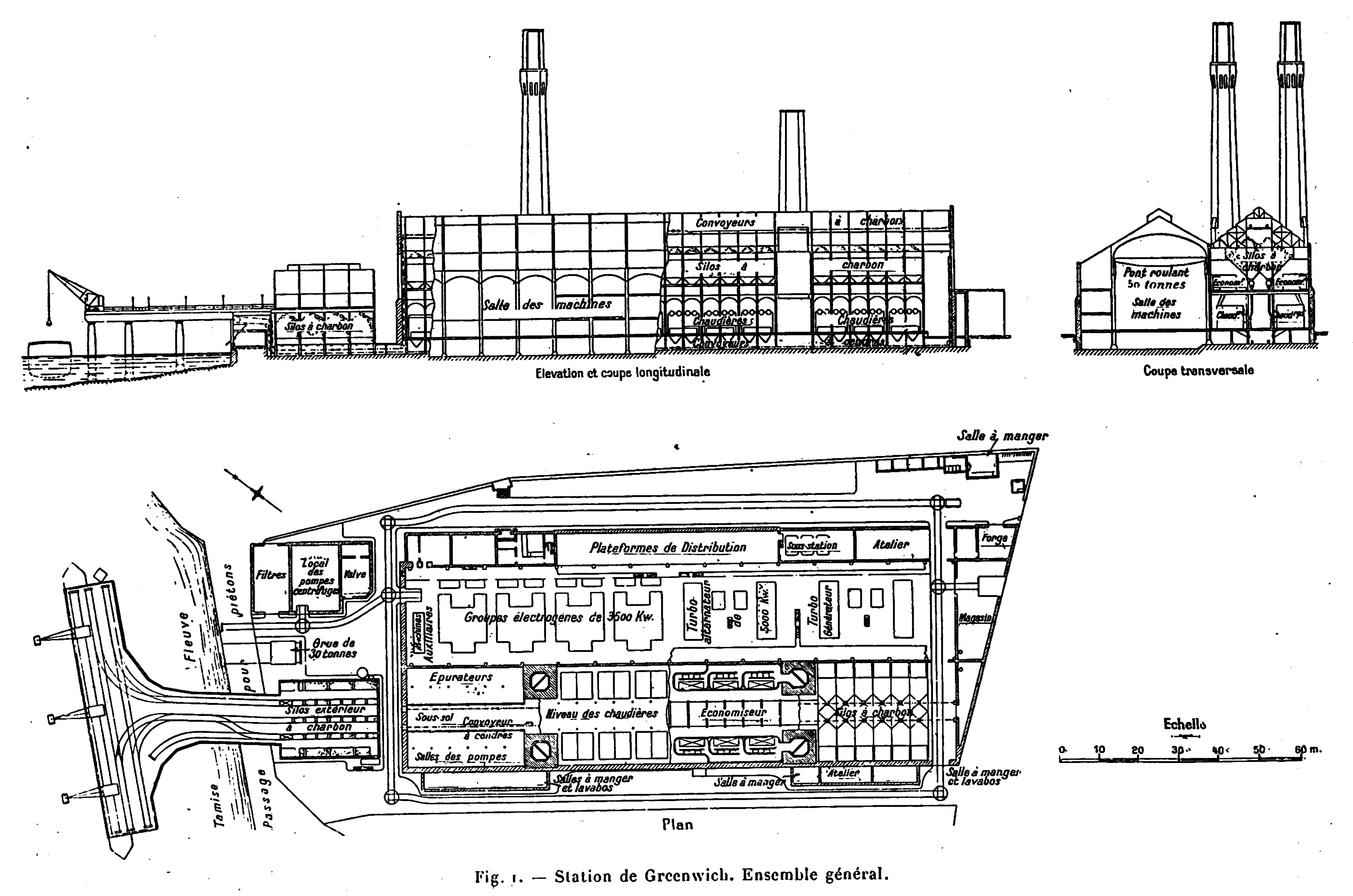


Fig. 1. — Station de Greenwich. Ensemble général.

A la suite d'un accord avec l'Amirauté et l'Observatoire de Greenwich, les deux dernières n'ont été construites que de 55,50 m de hauteur.

MANUTENTION ET EMMAGASINAGE DU CHARBON. — On a construit une importante estacade qui s'avance de 36 m sur la Tamise; elle est en forme de T; sa longueur est de 61 m, sa largeur de 13,70 m.

L'estacade repose sur 16 colonnes creuses en fonte qui pénètrent sur une hauteur de 5,50 m dans le lit de la Tamise; ces colonnes sont remplies de béton; elles supportent un châssis de poutrelles en acier sur lequel est monté une plate-forme en bois. La hauteur des colonnes est d'environ 20 m; le niveau de la plate-forme est ainsi suffisamment élevé pour que les wagonnets à charbon puissent rouler directement jusqu'au-dessus des silos extérieurs adossés à l'estacade du côté de la rive.

Ces silos à charbon sont construits en acier et ont une capacité d'environ 2000 tonnes. Ils sont couverts d'un toit et leur partie inférieure vient immédiatement au-dessus des convoyeurs à charbon et à cendres dont il sera question plus loin. Les bateaux charbonniers d'un tonnage jusqu'à 2000 tonnes peuvent se placer le long de l'estacade, d'où ils sont déchargés par trois grues électriques à bennes-grappins d'une capacité de 1 tonne. Ces grues circulent le long du *pier* sur une voie de 2,45 m d'écartement et déchargent le charbon directement dans des wagons d'acier de 5 tonnes de capacité.

Les grues à charbon ont une volée fixe d'une portée de 10,70 m comptée à partir du centre; une telle portée est suffisante pour atteindre n'importe quelle partie de la cale des steamers. Chaque grue a deux moteurs série, courant continu, 550 volts; l'un, de 50 chevaux, est destiné à l'enlevage de la charge, et l'autre, de 10 chevaux, sert pour les mouvements d'orientation et de translation. Un seul de ces derniers mouvements peut être exécuté à la fois.

Le courant est amené aux grues par câbles flexibles.

Sur l'estacade sont disposées des voies à écartement normal; les wagons à charbon sont traînés par des locomotives électriques avec prise de courant par troisième rail à 550 volts.

Tous les wagons sont réglés à la même tare à l'aide de poids en plomb placés dans des cavités spéciales; les ponts à bascule sur lesquels ils passent avant d'être déchargés dans les silos extérieurs sont gradués avec faux zéros de façon à tenir compte de la tare constante et à n'indiquer que le poids net du charbon. La lecture se fait sur un vaste cadran de 1,50 m de diamètre et l'on peut obtenir des chiffres très précis, l'erreur ne dépassant pas 1 kg à 2 kg sur une charge de 5 tonnes. Les poids ainsi obtenus sont acceptés par les fournisseurs de charbon pour l'établissement des comptes.

Avec le système décrit ci-dessus, on peut décharger 2000 tonnes de charbon par jour de 24 heures en employant deux grues seulement. Cette quantité suffit largement aux besoins de la station

Le charbon employé est du menu lavé du nord de l'Angleterre, grosseur 15 mm à 20 mm, amené directement par steamers de Grangemouth sur le Forth. Il est acheté annuellement par contrat et est payé d'après sa qualité. Le mode de payement est intéressant à connaître. Les conditions types spécifiées dans le contrat sont les suivantes :

Pouvoir calorifique..................	6950 calories
Proportion de charbon fin (mesurée par la quantité qui traverse le crible de 2,42 cm²).....................	20 pour 100 en poids
Humidité..........................	10 pour 100

Le pouvoir calorifique et l'humidité sont mesurés sur échantillons prélevés toutes les 100 tonnes déchargées. Le pouvoir calorifique est déterminé à la bombe de Malher d'après échantillons préalablement desséchés à 100° C.

La proportion du charbon fin est déterminée sur l'estacade en prélevant un échantillon d'environ 25 kg.

Si la qualité du charbon est trouvée différente de celle spécifiée par les valeurs types ci-dessus, le prix est fixé aux fournisseurs d'après les conventions suivantes :

a. Si le pouvoir calorifique dépasse 6950 calories par kilogramme, le prix de la tonne est majoré dans la même proportion.

b. Si le pouvoir calorifique n'atteint pas 6950 calories, le prix par tonne est réduit dans la même proportion. Toutefois, le Conseil se réserve le droit de refuser le chargement entier si le pouvoir calorifique est moindre que 5830 calories.

c. Si l'humidité n'atteint pas 10 pour 100 en poids, la quantité de charbon à payer sera égale à la quantité réellement pesée, augmentée d'un pourcentage égal au pourcentage d'humidité en moins.

d. Si l'humidité excède 10 pour 100, la quantité de charbon à payer sera égale à la quantité pesée réduite dans la même proportion que le pourcentage en excédant. Toutefois, le Conseil se réserve le droit de refuser le chargement entier si l'humidité excède 13 pour 100.

e. Si la proportion de charbon fin est moindre que 20 pour 100 en poids, la quantité de charbon à payer sera égale à la quantité réellement pesée augmentée d'une proportion égale au quart du pourcentage de charbon fin en moins.

f. Si la proportion de charbon fin excède 20 pour 100, la quantité de charbon à payer est égale à la quantité pesée réduite dans une proportion égale au quart du pourcentage de charbon fin qu'il y a en moins.

De telles conditions ont été parfaitement observées en pratique et donnent les meilleurs résultats.

Il est nécessaire d'assurer un déchargement rapide des steamers sans dépendre du débit relativement faible d'un convoyeur. C'est la raison qui a fait donner au réservoir de charbon extérieur une capacité atteignant 2000 tonnes.

Ces silos extérieurs ont leur partie inférieure à parois inclinées et terminée par des goulottes avec vannes manœuvrées à la main. Ces goulottes déversent le charbon, par l'intermédiaire d'un remplisseur automatique, dans les convoyeurs à godets placés au-dessous (*fig.* 2). Il y a deux lignes de convoyeurs à charbon, chacune d'elles d'un débit de 40 tonnes à l'heure. Après avoir quitté les silos extérieurs, ces convoyeurs pénètrent dans la chaufferie et s'élèvent à la partie supérieure où sont disposés, au-dessus des chaudières, les silos principaux.

Sur leur trajet de retour les convoyeurs passent dans la galerie à cendres disposée dans les sous-sols de la chaufferie et transportent les cendres, provenant des trémies spéciales montées sous les chaudières, jusqu'à une grande trémie placée sous l'estacade. De là les cendres sont chargées en barques ou chalands qui peuvent naviguer le long de la rive sans être gênés par les steamers à charbon. La figure 1 montre le trajet des convoyeurs à charbon et à cendres.

Chaque convoyeur reçoit son mouvement d'un moteur triphasé de 25 chevaux avec rotor en cage d'écureuil, marchant à la vitesse de 475 t : m sous tension d'alimentation de 220 volts entre phases. Les moteurs démarrent à l'aide d'un simple interrupteur tripolaire sans le secours de dispositif spécial; des disjoncteurs placés en divers points de la station peuvent être déclanchés en cas de besoin. Le moteur est installé au sommet de l'ascension verticale du convoyeur dans la chaufferie. Au moment de l'arrêt, une cale s'engage entre les maillons de la chaîne du convoyeur de façon à empêcher ce dernier de retourner vers l'arrière sous l'action du poids du charbon porté par le brin vertical. Cette cale empêcherait également la chaîne de tomber si pour une cause quelconque elle venait à se rompre.

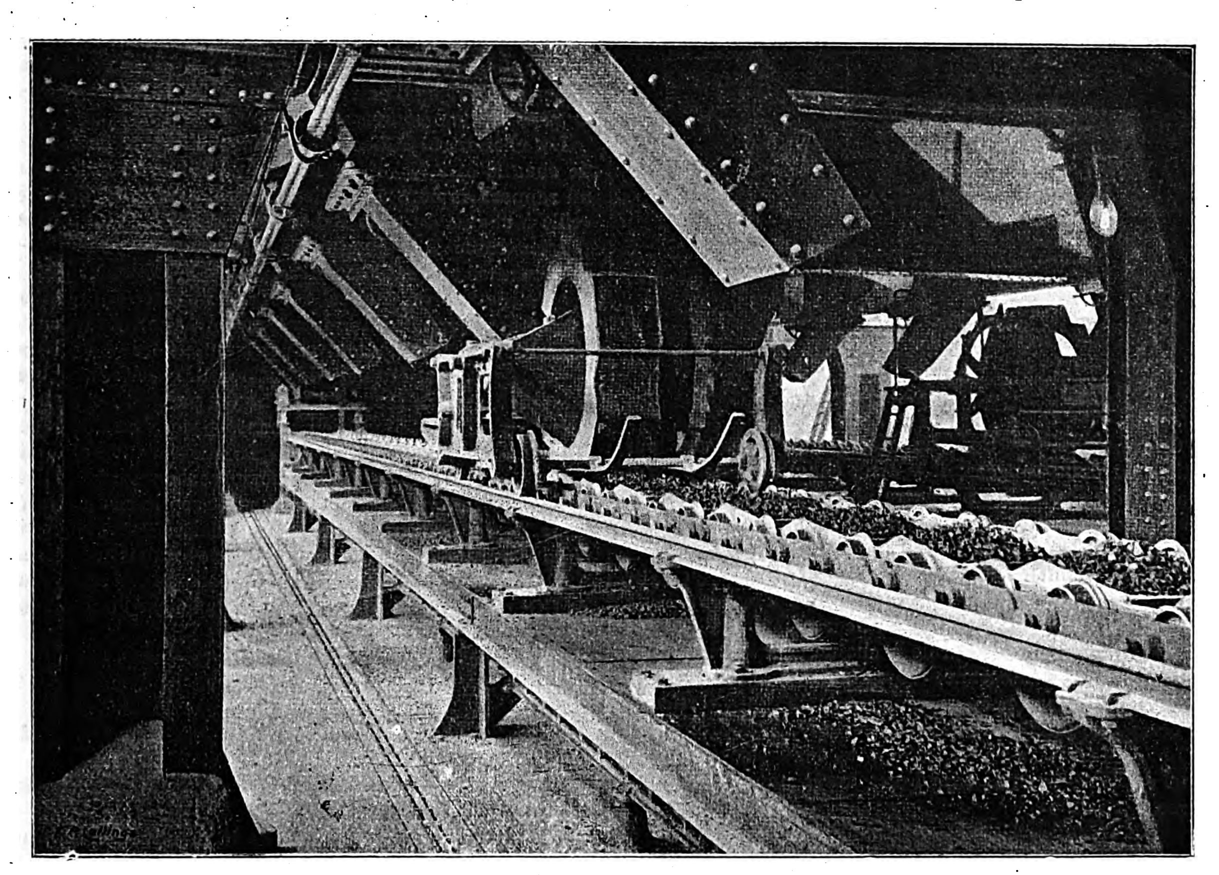


Fig. 2. — Passage des convoyeurs sous les silos extérieurs.

A l'extrémité sud de la chaufferie, où les chaînes des convoyeurs redescendent vides, on a appliqué un dispositif ingénieux pour empêcher ces chaînes de retomber dans le cas de rupture. Deux fers verticaux sont disposés sur toute la hauteur du bâtiment; si la chaîne se rompt, elle ne peut tomber que de quelques centimètres, car elle se coince immédiatement entre les montants, ainsi que le montre la figure 3.

Des remplisseurs de même type que ceux employés pour le charbon sont utilisés dans la galerie à cendres.

Les silos principaux destinés à l'emmagasinage du charbon sont installés dans l'étage supérieur de la chaufferie immédiatement au-dessus des économiseurs décrits plus loin. Ils sont construits en acier et béton et sont subdivisés en autant de compartiments qu'il y a de chaudières. Chaque silo peut contenir environ 200 tonnes de charbon, soit à peu près 9600 tonnes pour les 48 compartiments.

Des tuyaux verticaux en fer forgé de 76 mm permettent la descente d'un thermomètre au fond de chaque compartiment et la température du charbon peut ainsi être connue à tout moment. Jusqu'ici on n'a pas relevé de température anormale; mais dans le cas où le charbon montrerait une tendance à s'enflammer après un long séjour, on s'en apercevrait immédiatement. Une série de bouches d'eau sont disposées au-dessus

des silos et peuvent être ouvertes depuis le bas en cas d'incendie.

Le charbon descend par gravité dans des boîtes de mesurage et de là dans les trémies des foyers mécaniques.

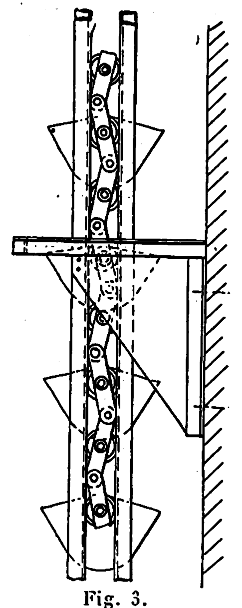


Fig. 3.

CHAUDIÈRES. — Ces chaudières sont disposées par paires en deux rangées; il y a six chaudières de part et d'autre de chacune des quatre cheminées, soit en tout 48 chaudières en 8 groupes (*fig. 4*). La pression de service est 12,6 kg : cm².

Les 24 premières chaudières installées sont du type Stirling à tubes d'eau. Chacune d'elles a une capacité de vaporisation de 7370 kg à l'heure, à 100° C., et est munie d'un foyer avec grille à chaîne. Un surchauffeur, formant partie intégrante de la chaudière, est disposé entre le premier et le deuxième groupe de tubes verticaux et permet de surchauffer la vapeur jsuqu'à 290° C. environ.

Le Tableau I donne les résultats des essais de réception effectués sur ces chaudières après un service d'environ 6 mois.

TABLEAU I.

Durée de l'essai	6 heures
Surface de chauffe d'une chaudière	308,42 m²
Surface de grille	5,20 m²
Nature du charbon	North Country
Pouvoir calorifique du charbon	6260 calories
Pression moyenne de la vapeur	12,660 kg : cm²
Température moyenne dans les carneaux	326°,9 C.
Température moyenne d'alimentation	90°,2 —
Température moyenne de la vapeur	194°,4 —
Surchauffe moyenne	54°,75 —
Tirage moyen	12,7 à 17,8 mm
Charbon brûlé (2 chaudières)	10738,522 kg
» par heure	1789,750 —
» par chaudière et par heure	894,900 —
Eau vaporisée (2 chaudières)	87640 —
» par chaudière et par heure	7303,300 —
» par mètre carré de surface de chauffe et par heure	23,700 —
Eau vaporisée par chaudière et par heure, à 100° C	8515,670 kg
Eau vaporisée par mètre carré de surface de chauffe et par heure, à 100° C	27,630 —
Charbon brûlé par mètre carré de surface de grille et par heure	17,210 —
Quantité totale de cendres (sèches)	1372 —
Eau vaporisée par kilogramme de charbon net, dans les conditions des essais	8,160 —
Eau vaporisée par kilogramme de charbon et à 100° C	9,500 —
Facteur de vaporisation	1,666
Rendement	79,39 pour 100

Les 24 autres chaudières ont été construites par MM. Babcock et Wilcox. Elles sont d'une capacité un peu supérieure à celle des chaudières Stirling et doivent vaporiser 8250 kg d'eau par heure, à 100° C.; en surcharge, la vaporisation pourra s'élever à 10 000 kg.

Les chaudières Babcock ont chacune 444 m² de surface de chauffe et 8,75 m² de surface de grille, ce qui donne un rapport de 54,3 à 1. Elles sont munies de foyers avec grille à chaîne du type Babcock et Wilcox le plus récent.

L'ensemble des chaudières, carneaux et cheminées s'est montré très satisfaisant comme disposition générale; la production de fumée est insignifiante. Ce résultat est, sans aucun doute, largement dû aux excellentes chambres de combustion que présentent les chaudières.

Celles-ci sont munies de passerelles aériennes permettant un accès facile de toutes les parties. La maçonnerie est vernissée extérieurement, ce qui diminue beaucoup la déperdition de chaleur en empêchant l'air frais de pénétrer à travers les briques poreuses. On peut aisément constater le fait en touchant avec la main l'extérieur de la maçonnerie : cette dernière est bien plus chaude que lorsqu'elle est constituée de briques ordinaires.

Chaque batterie de 6 chaudières possède son analyseur de CO² qui peut être à volonté branché sur l'une ou sur l'autre.

En service courant le tirage à forte charge est égal à environ 19 mm d'eau, mesuré entre le dessous de la grille et l'endroit où les gaz quittent la chaudière; à demi-charge il est de 12 mm à 13 mm. L'épaisseur du feu varie de 100 mm à 180 mm selon la charge et la qualité du charbon. Chaque foyer est muni d'un indicateur de tirage.

ÉCONOMISEURS. — Les gaz de la combustion suivent un conduit vertical en acier disposé sur chaque chaudière et se rendent à l'étage au-dessus où sont installés les économiseurs. Chaque groupe de deux chaudières possède un économiseur Green de 360 tubes, la disposition générale consistant en 8 groupes d'économiseurs comme l'indique la figure 1. Les 8 carneaux principaux sont disposés entre les économiseurs et les murs de la chaufferie; ils présentent un trajet court et direct jusqu'aux cheminées.

Les gaz entrent dans les économiseurs à une température de 250° C. à 260° C. et dans les cheminées à une température de 140° C. à 150° C. qui est juste suffisante pour donner le tirage nécessaire; cette température d'entrée dans les cheminées peut être d'ailleurs rapidement réglée à l'aide des registres d'économiseurs.

La température de l'eau d'alimentation est élevée

par les économiseurs du chiffre de 35° C. à 38° C. auquel elle est pompée dans les bâches alimentaires, au chiffre de 110° C. à 121° C. auquel elle pénètre dans les chaudières.

Les raclettes de chaque économiseur sont actionnées par un moteur triphasé indépendant de 2 chevaux, avec intermédiaire de roue et vis sans fin. On a trouvé ce dernier mode de transmission beaucoup plus simple et plus convenable que le mode de commande ordinaire par courroie et arbre intermédiaire.

Alimentation des chaudières. — Les pompes alimentaires sont installées dans le sous-sol de la chaufferie, côté ouest; les deux cheminées divisent le sous-sol en trois compartiments distincts, celui compris entre les cheminées étant deux fois plus long que les autres. Chacune des petites salles comprend trois pompes, et la plus grande en comprend six, toutes de même type.

Chaque pompe a trois plongeurs horizontaux de 175 mm de diamètre et 254 mm de course et est actionnée par un moteur série, à courant continu, de 35 chevaux.

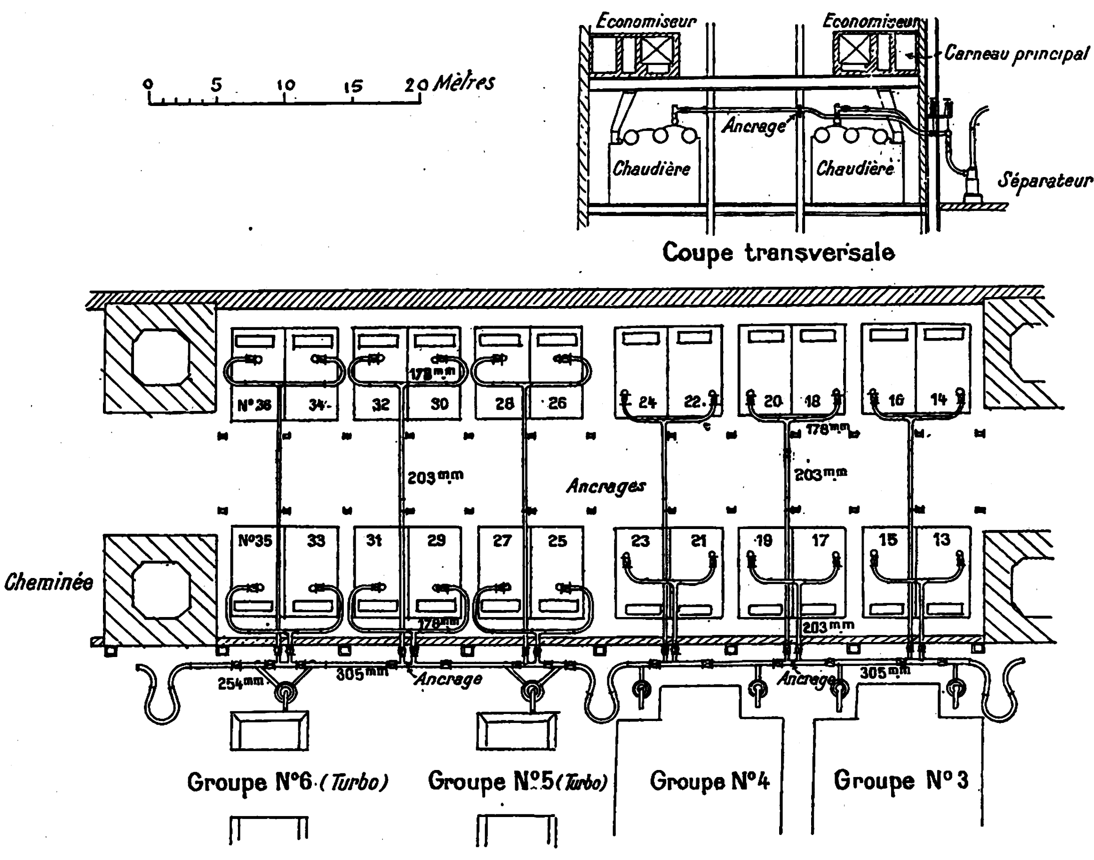


Fig. 4. — Disposition des chaudières dans l'usine de Greenwich.

Le débit par pompe est de 36 m³ à 41 m³ à l'heure avec pression de 15,8 kg : cm² à la pleine vitesse de 40 t : m. Les moteurs transmettent leur mouvement aux arbres des pompes à l'aide de roues et vis sans fin, avec rapport de réduction de 12 à 1.

On dispose dans les salles de pompes de courant continu à deux tensions différentes, à savoir 550 volts de la sous-station locale et 125 volts de l'installation auxiliaire de la salle des machines; un commutateur bipolaire permet d'obtenir les deux vitesses économiques correspondantes à ces tensions. Les vitesses intermédiaires sont obtenues par insertion de résistances dans le circuit principal à l'aide d'un contrôleur à cylindre de type ordinaire.

Ces pompes ont été construites par M. J. Cochrane de Glascow et fournissent un service excellent. Elles exigent très peu d'attention et n'ont eu aucun dérangement depuis que l'usine marche. Elles satisfont à l'alimentation complète des chaudières. Des essais effectués récemment ont indiqué un rendement global, entre l'énergie électrique absorbée et le débit d'eau, de 60 pour 100 à pleine charge.

Chaque pompe a deux tuyaux d'aspiration distincts et deux tuyaux de refoulement également distincts. Chaque groupe de 3 pompes aspire l'eau dans deux bâches alimentaires de 23 m³ de capacité installées dans le sous-sol de la chaufferie, côté est. Les bâches alimentaires reçoivent l'eau des condensateurs et peuvent, en cas de nécessité, être remplies par les conduites de la ville à l'aide de 4 bacs de réserve de chacun 91 m³

de capacité situés sur le toit de l'annexe de la chaufferie. Les 8 bâches alimentaires sont connectées par des tuyaux d'égalisation.

L'eau de compensation des pertes provient d'un puits artésien de 216 mm de diamètre et 107,70 m de profondeur, situé dans la salle des pompes de condensation, qui seront décrites plus loin. L'eau, dont le niveau normal est à 1,50 m au-dessous du sommet du tube, est aspirée par une pompe verticale triplex à commande électrique, plongeurs de 89 mm de diamètre et 152 mm de course, marchant à 75 t : m. Le puits débite environ 13 600 litres à l'heure, mais l'eau, provenant de couches crayeuses, a une grande dureté variant de 11°,2 à 12°,6 (degrés hydrotimétriques français), la dureté temporaire étant de 8°,4 à 9°,1 et la dureté permamente de 2°,8 à 3°,5. Cette eau doit, dès lors, être traitée avant son emploi; dans ce but on emploie un épurateur Harris Anderson; les réactifs consistent en eau de chaux et carbonate de soude. L'appareil est entièrement automatique et permet de ramener le degré hydrotimétrique à un chiffre variant entre 4°,9 et 5°,6.

L'eau de compensation, épurée, est mise en réserve dans un bassin de 218 m³ de capacité installé sur le toit de la salle des pompes de condenseurs; de là, elle se rend par gravité aux 8 bâches alimentaires installées dans le sous-sol de la chaufferie.

Rien n'est prévu pour l'épuration de l'eau de la ville dans le cas où celle-ci devrait être employée pour toute l'alimentation des chaudières. Il y a trop peu de chances que ce dernier cas se présente pour justifier l'installation d'appareils d'épuration suffisants. On a seulement prévu un branchement des conduites de la ville sur l'épurateur pour le cas où le puits artésien, pour une cause quelconque, ne pourrait fournir l'eau de compensation des pertes.

L'eau, provenant des condenseurs des turbines, étant exempte d'huile, est envoyée directement dans les bâches alimentaires. Il n'en est pas de même de l'eau provenant des condenseurs de machines à piston qui doit être traitée pour la séparation de l'huile entraînée. Cette opération se fait dans des appareils d'épuration (*purifiers*) Harris Anderson, installés dans le sous-sol à côté des bâches alimentaires. Les produits chimiques employés sont le sulfate d'alumine et le carbonate de soude; les moindres traces d'huile peuvent être enlevées par ces appareils [1]. L'alcalinité de l'eau traitée varie entre 0°,5 et 1°.

Chaque groupe de 3 pompes alimente 12 chaudières par une double ligne de conduites, soit directement, soit en passant par les économiseurs; l'eau d'alimentation est mesurée par des compteurs Kennedy placés dans la salle des pompes et montés sur les conduites de refoulement.

TUYAUTERIE. — Toute la tuyauterie d'aspiration, entre les bâches alimentaires et les pompes, est en fonte; la tuyauterie de refoulement entre les pompes, les économiseurs et les chaudières est en acier.

Une partie du système de tuyauterie de vapeur est montrée par la figure 4. Les tuyaux reliant les chaudières au collecteur général de vapeur ont 203 mm de diamètre et sont en acier avec brides soudées. Chaque paire de chaudières constitue une unité au point de vue de la tuyauterie de vapeur : les chaudières sont connectées deux par deux par une boucle de 178 mm de diamètre, de laquelle part le tuyau de 203 mm allant au collecteur général; ce dernier a un diamètre de 305 mm et se trouve dans la salle des machines le long du mur de séparation de la chaufferie.

La disposition de la tuyauterie de vapeur est très simple et les principes qui ont servi de guides sont les suivants :

1° La ligne des tuyaux devait être inclinée sur toute sa longueur, depuis la vanne d'arrêt des chaudières jusqu'au séparateur d'eau de la machine, de façon que toute l'eau circule dans la même direction que la vapeur;

2° Les dilatations et contractions dues aux variations de température devaient être réglées par des dispositions efficaces permettant le libre mouvement des tuyaux dans certaines directions;

3° Les tuyaux devaient être aussi courts que possible.

La disposition adoptée réalise pleinement ces desiderata. Toute l'eau qui se forme dans les tuyaux se rend par gravité aux séparateurs situés au point le plus bas du système. Ces séparateurs sont décrits plus loin.

Les branchements de 254 mm qui vont du collecteur de vapeur aux séparateurs sont pris en dessous du collecteur et forment purges.

Les tuyaux sont ancrés en divers endroits et des coudes ou boucles de dilatation ont été prévus sur chaque tronçon; ces coudes ou boucles sont toujours disposés dans un plan horizontal afin de ne pas arrêter la circulation de l'eau.

Les tuyaux de vapeur sont supportés, dans la chaufferie, par des colliers et tringles de suspension fixées au plafond et, dans la salle des machines, par des galets montés sur consoles, ces dernières étant fixées sur le mur ou sur les piliers de la salle. Les joints sont faits au moyen de klingerite.

Les dispositions ci-dessus ont donné d'excellents résultats. La vapeur peut être envoyée dans n'importe quelle machine et à n'importe quel moment avec la certitude que la tuyauterie ne contient pas d'eau. Aucun trouble ne s'est produit par suite de pertes aux joints dues à des efforts excessifs ou à des coups d'eau.

Un détail intéressant dans le système de tuyauterie est la construction des séparateurs. Le séparateur, qui consiste simplement en un réservoir dans lequel la direction du jet de vapeur se trouve brusquement déviée, repose sur une série de billes d'acier portées par des supports à ressorts; ces ressorts sont logés dans une embase en fonte qui est elle-même fixée au sol de la salle des machines. Les séparateurs peuvent ainsi se mouvoir en toutes directions, soit horizontalement en roulant sur les billes, soit vers le haut ou le bas en comprimant ou détendant les ressorts à boudin. En pratique, on constate qu'ils bougent considérablement

[1] Dans la discussion qui a suivi cette Communication, M. P.-S. Sheardown signale un procédé d'épuration, le procédé Davis Perrett, qui fournirait d'excellents résultats et aurait l'avantage de ne pas nécessiter de réactifs chimiques; ce procédé consiste à traiter l'eau par un courant électrique; ce courant produit la coagulation des gouttes d'huile qui peuvent, dès lors, être retenues dans un filtre à sable ordinaire. (*N. d. T.*)

sous les contractions ou dilatations des tuyaux et leur mouvement dénote finalement la nature et l'importance des efforts qui se seraient exercés sur les joints si l'on avait adopté des séparateurs de type rigide.

Chaque séparateur est purgé par un ou deux purgeurs Geipel réunis directement aux bâches alimentaires.

Les vannes d'arrêt des chaudières sont manœuvrées depuis les passerelles installées au-dessus des chaudières, tandis que les autres vannes, vannes de communication entre chaudières et collecteur général, vannes de sectionnement du collecteur et vannes des branchements conduisant aux séparateurs, sont toutes manœuvrées depuis une galerie de vannes disposée tout au long de la salle des machines, côté ouest.

La surface totale extérieure de la tuyauterie de vapeur, comptée à nu, est d'environ 740 m², soit à peu près 198 cm² par kilowatt de la puissance normale totale de la station. Les tuyaux sont recouverts d'amiante bleue et de feuilles d'acier.

La tuyauterie d'échappement à l'air libre est disposée dans le sous-sol de la salle des machines et a trois cheminées verticales : l'une à l'extrémité nord de la station, de section carrée 1065 × 1065 mm², et les deux autres à l'extrémité sud, de chacune 914 mm de diamètre. Le point le plus haut est au milieu de la station et les tuyaux sont inclinés de part et d'autre jusqu'à de grandes boîtes de purge placées à la base des cheminées d'échappement : les tuyaux de purge branchés sur ces boîtes ont un diamètre de 150 mm environ. La tuyauterie d'échappement à l'air libre est tout entière en tôles d'acier rivées; le collecteur en sous-sol, qui est supporté par des galets, a un diamètre qui varie de 690 mm à 1270 mm.

L'échappement à l'air libre est réglé par des vannes automatiques à fermeture hydraulique qui fonctionnent dès que les condenseurs s'arrêtent.

La tuyauterie d'eau des condenseurs, dont la disposition est décrite plus loin avec l'installation de pompage, est entièrement en fonte.

(*A suivre.*) G. S.

L'usine hydro-électrique de Grand Falls (Terre-Neuve). — Cette usine, de 23500 chevaux, décrite dans le *Times Engineering Supplement* du 6 avril, a été construite pour produire l'énergie nécessaire aux usines de pâte à papier récemment installées par l'Anglo-American Development C°, à Grand Falls. A cet endroit se trouvent un cours d'eau abondant donnant une chute d'eau de 32 m, et de grandes forêts fournissant la matière première pour la fabrication de la pâte à papier.

L'eau est amenée à l'usine par deux conduites forcées de 4,60 m de diamètre et de 655 m de longueur, réunies à leur base par une conduite transversale. Quatre turbines de 4000 chevaux, tournant à 225 tours par minute, actionnent directement les transmissions commandant les machines à fabriquer la pâte à papier. Le bois est amené aux machines par flottage dans un canal spécial, et la pâte est évacuée immédiatement dans deux autres canaux. L'usine comporte, en outre, trois turbines de 2500 chevaux tournant à 375 tours, actionnant trois alternateurs triphasés de 1700 kilowatts donnant du courant à 600 volts, 18 ampères par phase et 50 périodes. Chaque alternateur comporte une excitatrice de 43 kilowatts.

Le courant produit sert à actionner les machines des ateliers de papeterie proprements dits, qui sont situés à quelque distance de l'usine hydraulique.

DIVERS.

Sur l'altération des houilles à l'air (¹). — D'après les recherches de M. Mahler, l'air à température peu élevée (30° à 40° C.) exerce sur la houille une action déshydrogénante avec mise en liberté d'eau, de gaz carbonique et d'oxyde de carbone.

Les expériences étaient faites de la façon suivante : La houille est placée dans un tube de cristal chauffé dans une étuve et qui peut recevoir 200 g de charbon pulvérisé. Dans le tube passe un courant d'air sec et pur; d'autre part le tube est en relation avec des appareils permettant d'arrêter et de doser l'eau, le gaz carbonique et l'oxyde de carbone (ce dernier corps est dosé par l'anhydride iodique).

Les houilles étudiées provenaient des mines de Courrières, d'Anzin, d'Azincourt et de Decazeville. Dans tous les cas l'auteur a constaté que la production de l'oxyde de carbone est plus faible lorsque la houille est légèrement humide (telle qu'elle sort de la mine) que lorsqu'elle a été privée complètement de son eau hygroscopique.

L'énergie hydraulique disponible dans les divers États européens. — D'après une communication faite par M. Th. Kœhn à la 17e assemblée annuelle de l'Union des Électrotechniciens allemands, la puissance hydraulique dont on pourrait disposer pendant 9 mois de l'année dans les divers pays d'Europe est donnée par le Tableau suivant :

	Énergie disponible sur les arbres des turbines.	Énergie disponible par km².	Énergie disponible pour 1000 habitants.
	ch	ch	ch
Grande-Bretagne	963000	2,6	23,1
Allemagne	1425000	3,06	24,5
Suisse	1500000	9,60	138,0
Italie	5500000	10,90	150,0
France	5857000	15,00	169,0
Autriche-Hongrie	6460000	19,00	454,5
Suède	6750000	20,00	1290,0
Norvège	7500000	36,60	3409,0

(¹) D'après une Note de M. Mahler à la séance du 6 juin de l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. CL, p. 1521),

ÉCLAIRAGE.

GÉNÉRALITÉS.

Valeur comparative des divers modes d'éclairage au point de vue ophtalmologique.

Au Congrès de la Société française d'Ophtalmologie, qui eut lieu en mai dernier, le professeur Gariel présentait sur cette question un rapport très documenté et fort important au point de vue des troubles visuels que peut produire un éclairage trop intense ou trop riche en rayons ultraviolets. C'est ce rapport que nous nous proposons de résumer. En raison de sa grande longueur (90 pages), nous ne pouvons toutefois insister sur toutes ses parties; nous devons nous borner à donner quelques détails sur les points qui nous ont paru les plus importants pour les électriciens.

I. Les radiations du spectre et leurs actions sur l'œil. — On sait qu'une partie seulement des radiations du spectre des sources de lumière donne une sensation lumineuse et que, pour cette raison, on distingue trois régions dans ce spectre : le spectre lumineux ou spectre moyen; le spectre calorifique obscur ou spectre infra-rouge dont les radiations ont une longueur d'onde plus grande que celles du spectre lumineux, le spectre chimique obscur ou spectre ultraviolet, dont les radiations correspondent à des longueurs d'onde plus courtes.

Mais les limites de la région donnant naissance à une impression lumineuse ne sont pas absolument déterminées; elles peuvent varier quelque peu, soit avec l'observateur, soit pour un même observateur avec les conditions dans lesquelles se fait la vision. Toutefois les écarts, pour des yeux normaux, ne sont jamais bien considérables.

Le fait que les limites varient pour un même œil avec les conditions extérieures permet de se poser la question : les régions dites invisibles ne produisent-elles pas une impression lumineuse qui est trop faible dans les conditions ordinaires pour être perçue?

Pour les radiations infra-rouges, Tyndall a reconnu qu'aucune sensation n'est perçue même pour des faisceaux de très grande intensité. A l'aide d'un dispositif spécial, il a pu éliminer les radiations moyennes d'un faisceau provenant d'un arc électrique, et il a obtenu un faisceau infra-rouge assez puissant pour amener à l'incandescence une lame de platine : ayant placé son œil sur le trajet de ce faisceau, il ne perçut aucune sensation.

Pour les radiations ultraviolettes, il en est autrement. Quand on observe un spectre complet, c'est-à-dire comprenant les couleurs du rouge au violet plus la partie ultraviolette, on ne voit pas cette dernière : la sensation intense produite par les diverses parties du spectre moyen ne permet pas de percevoir, éteint pour ainsi dire, la sensation produite par la partie ultraviolette. Mais si, à l'aide de dispositions spéciales, on intercepte les radiations moyennes de manière à ne laisser passer que les radiations ultraviolettes, la partie qui était invisible auparavant est vue, même jusqu'à la limite du spectre telle qu'elle est donnée par l'action de ces radiations sur une plaque sensible; pour une faible intensité, leur couleur est indigo; elle est d'un gris bleuâtre pour une intensité plus grande.

Mais puisqu'il a été démontré que toutes les radiations, quelle que soit leur position dans le spectre, sont de même nature, pour quelle raison certaines d'entre elles seulement agissent-elles sur l'œil, alors que les autres sont sans action ou n'ont qu'une action très faible? On pourrait penser que cette différence résulte de la constitution même de la rétine : de même que l'oreille est incapable de percevoir les sons trop graves et les sons trop aigus, les éléments nerveux de la rétine ne seraient sensibles qu'aux radiations dont la longueur d'onde est comprise entre certaines limites. Une autre hypothèse est que les radiations infrarouges et ultraviolettes n'arrivent pas jusqu'à la rétine, absorbées qu'elles sont par les milieux de l'œil.

De nombreuses expériences établissent que c'est cette dernière hypothèse qu'il convient d'adopter. Ne pouvant les relater toutes, bornons-nous à indiquer les observations suivantes se rapportant aux radiations ultraviolettes.

Des expériences diverses, dues notamment au professeur Regnauld (1860), avaient montré que le cristallin est fluorescent sous l'influence des radiations ultraviolettes; on en pouvait conclure avec quelque probabilité que ce phénomène était dû à l'absorption de ces radiations. C'est ce qui fut vérifié directement par M. de Chardonnet (1883). Or si telle est réellement la cause de l'absence de sensation lumineuse sous l'influence des radiations ultraviolettes, cette sensation doit se produire dans le cas où des radiations tombent sur un œil privé de cristallin à la suite de l'opération de la cataracte. C'est précisément ce que, dès 1883, vérifièrent M. de Chardonnet et le Dr Saillard de Besançon, en utilisant la propriété que possède l'argent en couche très mince (tel qu'on peut l'obtenir en le déposant sur une lame de verre par le procédé Foucault) d'intercepter les radiations moyennes, mais de laisser passer les radiations ultraviolettes. Une lame de verre argenté était placée entre une lampe à arc et les observateurs qui étaient, outre MM. de Chardonnet et Saillard, deux sujets opérés de cataracte depuis plusieurs années. Or, tandis que les deux premiers ne voyaient ni les charbons, ni l'arc, les sujets aphakes avaient la perception visuelle, non des charbons, qui n'émettent pas ou émettent très peu de radiations ultraviolettes, mais de l'arc qui en émet beaucoup.

Plus récemment le Dr Gayet (1884) reprit ces expériences et obtint les mêmes résultats. Quatre sujets opérés de cataracte voyaient l'arc et percevaient les éclipses obtenues en interposant des écrans appropriés, tandis que deux observateurs dont l'œil était normal ne percevaient rien. De plus, le Dr Gayet constata que le pouvoir absorbant du cristallin pour les rayons ultra-

violets varie avec l'âge. Il prenait des lames assez faiblement argentées pour qu'il put voir l'arc électrique à travers chacune d'elles; en en superposant deux, ce qui affaiblissait le faisceau lumineux, il cessa de distinguer l'arc; à plus forte raison n'avait-il plus de sensation lumineuse lorsqu'il eut superposé trois plaques; dans ces conditions, deux jeunes gens de 22 ans reconnaissaient encore l'arc, mais faiblement, tandis qu'un enfant de 10 ans le distinguait très nettement.

II. La vision des corps lumineux et des corps éclairés; la sensation des couleurs. — Les corps que nous voyons ne sont pas tous dans les mêmes conditions: ce sont, d'une part, les corps lumineux; d'autre part, les corps éclairés. Les premiers sont directement visibles, les seconds ne le sont pas; les premiers émettent des radiations, les seconds réfléchissent ou diffusent les radiations tombant sur eux. S'il y a réflexion sans diffusion, le corps éclairé n'est pas visible et l'œil voit seulement la source qui l'éclaire. Si au contraire il y a diffusion sans réflexion, la source cesse d'être visible; l'œil se trouve alors dans les meilleures conditions pour voir le corps éclairé lui-même.

Mais, en général, une surface n'est pas absolument réfléchissante ni absolument diffusante. L'action de la lumière réfléchie sur la rétine vient alors troubler celle que produit la lumière diffuse; elle empêche de voir la surface du corps, et cela d'autant plus que la lumière réfléchie est en plus grande proportion. Lorsqu'il s'agit de *voir* un corps sans le *regarder* de manière à en saisir les détails, cet effet est de peu d'importance. Il en est autrement si l'on veut par exemple lire ou écrire; alors les caractères apparaîtront moins nettement sur la partie où la lumière de la source est réfléchie sur l'œil que sur les parties voisines où la lumière réfléchie n'intervient pas et, cependant, c'est sur cette partie qu'on a une tendance à porter le regard, parce qu'elle est la plus éclairée. « Il y a là, écrit M. Gariel, un inconvénient très réel qu'il conviendrait d'éviter en employant un papier très mat, très diffusif, réfléchissant très peu par conséquent ou ne réfléchissant pas la lumière. Aussi la tendance qu'on a maintenant à employer du papier glacé qui réfléchit d'une manière notable est-elle tout à fait fâcheuse, et il serait à désirer que cette mode ne fût pas étendue aux livres de classes ou de travail. »

Lorsque nous regardons deux corps éclairés placés à côté l'un de l'autre, ils peuvent nous faire éprouver des sensations différentes et les différences peuvent porter sur la *coloration* et sur l'*intensité* de la sensation. La considération de l'intensité de la sensation conduit à la notion d'*éclairement* des corps éclairés et à la notion du *pouvoir éclairant* ou de l'*intensité lumineuse* des sources qui les éclairent. Ces notions et les conséquences photométriques qui en découlent sont bien connues de nos lecteurs; nous n'y insisterons pas. Faisons toutefois remarquer qu'au point de vue de l'hygiène de l'œil, c'est l'éclairement seul qui intervient, car, sauf dans des cas exceptionnels, nous n'avons pas à voir, à regarder des corps lumineux, mais seulement des surfaces éclairées. Par contre, la connaissance du pouvoir éclairant est utile, principalement pour savoir comment on obtient un éclairement déterminé; elle a surtout un intérêt économique, car la dépense à faire pour obtenir un éclairement déterminé dans des conditions déterminées dépend du prix auquel revient l'emploi d'une source lumineuse dans l'unité de temps et du pouvoir éclairant de cette source.

La sensation de la coloration provient, comme on le sait, de ce que le faisceau des radiations émises, transmises ou diffusées, présente des différences. Il y aurait beaucoup à dire sur ce sujet et M. Gariel s'y étend longuement dans son rapport. Bornons-nous à rappeler les conséquences qui en découlent au point de vue de la photométrie.

Lorsqu'il s'agit de comparer entre elles des surfaces de colorations différentes, on éprouve des difficultés qui proviennent de deux raisons capitales. La première est que nous n'apprécions pas avec netteté l'égalité ou l'inégalité d'intensité de deux sensations colorées différentes. La seconde c'est que, comme l'a montré Purkinje, l'appréciation de l'égalité dépend dans ce cas de la valeur absolue de l'éclairement, alors qu'il n'en est pas de même, qu'il ne saurait en être de même, dans le cas de la lumière blanche.

Il est utile d'insister, croyons-nous, sur cette dernière particularité. Soient A et B deux surfaces éclairées à la lumière blanche et telles que leurs éclairements soient égaux, que ces surfaces fassent naître en nous des sensations d'égale intensité; si nous faisons varier dans la même proportion les éclairements de A et de B, en réduisant par exemple de moitié les distances qui séparent respectivement ces surfaces des sources qui les éclairent, les éclairements de ces deux surfaces croîtront, mais l'égalité de sensation subsiste; c'est un fait vérifié expérimentalement; on ne pourrait comprendre d'ailleurs qu'il en fût autrement. Les résultats ne sont pas les mêmes si l'on répète l'expérience avec des surfaces de coloration différente. Supposons qu'on ait amené les surfaces A et B, dont l'une serait violette, par exemple, et l'autre jaune, à donner la sensation d'égalité d'éclairement, au moins autant qu'on peut y arriver, si l'on vient à faire varier les éclairements dans la même proportion, comme dans l'expérience précédente, par une variation proportionnelle des distances des sources lumineuses, on observera que les surfaces A et B ne donnent plus la sensation de l'égalité d'éclairement. Dans le cas où l'on éloigne les sources lumineuses, ce qui diminue les éclairements, l'éclairement de la surface jaune paraît moindre que l'éclairement de la surface violette, tandis que le contraire a lieu si, à partir de l'égalité, on a augmenté les éclairements en rapprochant les sources.

Le phénomène de Purkinje se produit d'ailleurs aussi bien lorsqu'on juge de l'égalité primitive des éclairements par l'*acuité* visuelle que par la *clarté*. Nous devons donc dire que l'égalité de clarté ou d'acuité pour deux éclairements de coloration différente ne dépend pas seulement de la valeur du rapport entre les quantités de lumière objective, mais dépend aussi de la valeur absolue de ces quantités.

Il est important de remarquer que le phénomène de Purkinje ne se manifeste pas également dans toute l'étendue du spectre qui, à ce point de vue, doit être divisé en deux parties. Pour la partie la moins réfrangible, s'étendant depuis la limite du côté du rouge ($\lambda = 0,810\ \mu$ d'après Helmholtz) jusqu'à la limite du

vert pur et du vert bleuâtre ($\lambda = 0,507\ \mu$) le phénomène de Purkinje est peu sensible, c'est-à-dire que la clarté ou l'acuité varie avec l'intensité objective à peu près de la même façon, quelle que soit la radiation considérée. Mais il n'en est plus de même si l'on compare les effets correspondant à une de ces radiations avec ceux correspondant à une radiation de la partie la plus réfrangible du spectre, à une radiation dont la longueur d'onde soit moindre que 0,507 μ.

Il résulte de ce qui précède que, d'une manière générale, on ne peut parler de la distribution ni de la clarté, ni de l'acuité visuelle dans un spectre quelconque et que la distribution se modifie quand on change la valeur absolue de l'intensité. Mais si la question ne peut être résolue pour le spectre entier, elle peut l'être pour la partie la moins réfrangible pour laquelle le phénomène de Purkinje n'est pas sensible. MM. Macé de Lépinay et Nicati ont fait des recherches importantes sur ce sujet; les nombres ci-dessous représentent, d'après leurs mesures, la répartition de l'intensité au point de vue de l'acuité, du rouge à la radiation 0,507 μ:

Longueurs d'onde.	Intensités.	Longueurs d'onde.	Intensités.
μ		μ	
0,681	15	0,569	1000
0,656 (raie C)	80	0,550	954
0,641	111	0,534	512
0,613	252	0,527 (raie E)	400
0,589 (raie D)	768	0,507	128

On voit que, au point de vue de l'acuité, l'intensité, très faible dans l'extrême rouge, croît d'abord lentement puis rapidement à partir du jaune orangé, pour atteindre son maximum dans le jaune verdâtre; la diminution est rapide d'abord, puis lente ensuite; dans le vert bleu, l'intensité n'a plus comme valeur que le tiers de la valeur maximum et le huitième au milieu du vert bleu, limite à partir de laquelle il n'y a pas lieu de donner des valeurs numériques.

MM. Crova et Lagarde ont également déterminé le pouvoir éclairant des diverses parties du spectre évalué d'après l'acuité visuelle. Ils ont trouvé, en opérant successivement sur la lumière du soleil et sur celle émise par une lampe Carcel, d'abord que le maximum d'éclairement ne correspondait pas à la même radiation (0,592 μ pour le spectre solaire, 0,564 μ pour la lampe), puisque la loi de variation n'était pas non plus la même.

Dans la pratique toutefois, la question des éclairements relatifs, produits par les diverses radiations, n'a qu'un intérêt secondaire, car on ne se sert pas pour l'éclairage de sources de lumières monochromatiques, mais de lumière complexes se rapprochant plus ou moins du blanc. MM. A. Broca et Laporte ont fait à ce point de vue des expériences dont les résultats généraux sont intéressants pour la pratique, en opérant comparativement sur des sources de lumière visuelles, telles que les lampes à incandescence et la lampe à vapeur de mercure. Ils ont vérifié que, pour chacune de ces sources lumineuses, l'acuité croît avec l'intensité rapidement d'abord; puis, et c'est là le point important, que, à égalité d'intensité, l'acuité visuelle a sensiblement la même valeur pour ces deux sources de lumière.

III. Les sources lumineuses usuelles. — Bien que cette partie du rapport de M. Gariel renferme des renseignements intéressants, nous ne ferons, pour ne pas allonger outre mesure cette analyse, que reproduire une de ses conclusions : « En nous bornant aux radiations ultraviolettes, on peut résumer les divers résultats en disant que, au point de vue de la proportion où elles se rencontrent, on peut classer les principales sources dans l'ordre suivant : huile, pétrole, lampes électriques à incandescence, lampes Auer, acétylène, lampes à vapeur de mercure et lampes à arc. »

IV. Désordres et lésions oculaires attribués a l'action des radiations. — Commençant par indiquer les conditions dans lesquelles ces désordres se sont manifestés, M. Gariel rappelle tout d'abord que de nombreux accidents sont causés par l'observation, directe ou à travers des verres insuffisamment enfumés, du soleil lors des éclipses. D'ailleurs les radiations solaires diffusées ont été aussi la cause d'accidents, moins sérieux que les précédents toutefois, dans des ascensions en montagne après un séjour prolongé sur des surfaces neigeuses. Quant à l'arc électrique il produit souvent des troubles graves, qui ont été signalés dès 1843 par Foucault.

Mais outre ces accidents qui ne se produisent que dans des conditions particulières qu'on peut, en général, éviter, existent encore les troubles divers, fatigue, asthénopie, qui se produisent sous l'influence prolongée des sources lumineuses qui sont actuellement d'un usage très étendu.

La première question qu'il y aurait à résoudre, ce serait de savoir si, dans leur action sur les diverses parties de l'œil, les radiations agissent uniformément et seulement par leur quantité ou si elles n'ont pas une action sélective liée à leurs réfrangibilités, à leurs longueurs d'onde.

A la connaissance de M. Gariel, il n'existe que peu d'expériences permettant de répondre exactement à la question; par contre, de nombreux essais sur des grenouilles par Louis Dor et par Hess, sur des bactéries par Janowski, par d'Arsonval et Charrin, sur l'eau impure par Courmont et Nogier, sur le cidre en fermentation par Maurain et Warcollier, etc., ne laissent guère de doute que c'est aux radiations ultraviolettes qu'on doive attribuer les troubles oculaires divers qui se manifestent par l'action de sources très intenses ou par l'action prolongée de sources de moindre intensité.

Toutefois il ne faudrait pas conclure que seules ces radiations puissent être nuisibles, car il est des cas où l'on peut incriminer, par exemple, l'action directe de la chaleur, de l'élévation de température. La cataracte est en effet relativement fréquente chez les verriers et l'on a signalé des altérations visuelles particulières chez les ouvriers travaillant la fonte ou l'acier en fusion. Or le verre, la fonte et l'acier à l'état liquide ne doivent pas émettre beaucoup de radiations ultraviolettes, car leur température est notablement inférieure à celle des sources qui sont signalées comme pouvant produire des accidents ou des troubles, et l'on sait que la proportion des radiations ultraviolettes croît à mesure que la température s'élève.

Il est aussi d'autres conditions qui, sans occasionner de lésions ni de troubles à proprement parler, sont une

cause de fatigue. Un éclairement brusquement et rapidement variable, un trop grand pouvoir éclairant spécifique des sources sont des causes de fatigue.

MM. Macé de Lépinay et Nicati, d'une part, MM. Broca et Laporte, plus récemment, ont essayé de mesurer la fatigue éprouvée par l'œil, les premiers en mesurant l'acuité visuelle pour deux couleurs avant et après la fatigue, les seconds en évaluant la durée de la persistance des images résiduelles.

V. LES MOYENS DE DÉCELER ET LES MOYENS DE SUPPRIMER OU ATTÉNUER LES RADIATIONS ULTRAVIOLETTES. — Généralement on a recours à l'action de ces radiations sur la plaque photographique; on peut alors ou bien soumettre la plaque au rayonnement total de la source ou bien étaler sur la plaque le spectre donné par un prisme de quartz. Un autre procédé consiste à utiliser la propriété que possèdent les radiations ultraviolettes de rendre certaines substances fluorescentes.

Quant à la suppression ou à l'atténuation des radiations ultraviolettes arrivant à l'œil, le seul procédé pratique pour les réaliser est de disposer sur le trajet de ces radiations des substances absorbantes.

VI. LES CONDITIONS D'UN BON ÉCLAIRAGE. — Il y a dans la question générale de l'éclairage deux points à considérer : l'éclairement à obtenir, la nature et la disposition des foyers lumineux qu'il faut employer pour réaliser cet éclairement.

On n'a guère l'habitude d'évaluer, même approximativement, les éclairements, et l'on se borne à se dire bien ou mal éclairé. Voici toutefois quelques nombres obtenus en 1890 par M. de Nerville. A l'Opéra, à l'orchestre et au parterre, l'éclairement varie de 10 à 13 lux; dans le foyer il est de 10 à 20 et tombe à 1 et 5 dans les corridors du premier étage; dans la salle et sur la scène il atteignait, les jours de bal, de 10 à 30 lux. Dans les salles de travail du Bureau central des Télégraphes, l'éclairement est compris, suivant la place, entre 15 et 20 lux; il n'était que de 7 lux quand ces salles étaient éclairées au gaz. Dans un cabinet de travail de 4 m sur 3 m, tendu en couleur chamois et éclairé par deux fenêtres, le soleil n'éclairant pas la salle, à 1 m de la fenêtre l'éclairement variait de 110 à 200 lux; par un jour de pluie il était réduit à 40 lux; par contre, un jour, le soleil donnant sur les rideaux blancs, l'éclairement a atteint jusqu'à 1100 lux. M. de Nerville a également trouvé que l'éclairement produit par la lune est de $\frac{1}{3}$ de lux.

Sans parler de la sensation générale que nous éprouvons et qui est plus ou moins agréable suivant que l'éclairement auquel nous sommes soumis est plus ou moins grand, nous avons dit plus haut que, jusqu'à une certaine limite, l'acuité visuelle croît avec l'éclairement; de là la nécessité, pour un travail quelconque, d'obtenir un éclairement suffisant. En Hollande, l'éclairement doit être, d'après des prescriptions formelles, de 15 lux au moins pour certains travaux relativement délicats, la broderie, la gravure, l'horlogerie, etc.; il peut être réduit à 10 lux dans les ateliers pour autres travaux. En France, le Conseil d'hygiène recommande, sans l'imposer, un éclairement de 15 lux dans les ateliers de couture ou de typographie, mais estime qu'il peut descendre à 5 lux dans une salle de filature. Pour l'éclairage des classes il semble, d'après les valeurs précédentes, qu'on doive avoir un éclairement de 15 à 20 lux.

Mais un éclairement convenable ne suffit pas toujours. Il est évident que, à tous points de vue et en particulier s'il s'agit de distinguer des objets colorés divers, de reconnaître des teintes, il faut que la lumière soit blanche, qu'elle se rapproche de la lumière solaire, pour que les objets colorés nous impressionnent comme ils le font à la lumière du jour.

Il n'en est plus tout à fait ainsi s'il s'agit de la lecture ou de l'écriture, c'est-à-dire s'il s'agit de distinguer des signes noirs sur fond éclairé; c'est alors l'acuité qui intervient. Dans ce cas, Javal préconisait la coloration jaune pour le fond, soit que le papier étant blanc, la lumière éclairante fût jaune, soit que la lumière étant blanche ou jaune le papier fût jaune; il préférait cette dernière condition parce que le résultat qu'il cherchait se trouvait réalisé également pour l'emploi de la lumière solaire. Par cette disposition, Javal se préoccupait d'annuler ou tout au moins de diminuer les effets d'aberration chromatique qui se produisent dans l'œil par suite de l'inégale réfrangibilité des rayons, effets qui se produisent certainement, mais n'ont pas, semble-t-il, l'importance que leur attribuait Javal. Disons d'ailleurs que, à un autre point de vue, le fond jaune convient presque à l'égal du fond blanc, parce que l'acuité visuelle a à peu près la même valeur pour ces deux couleurs et que, dans le cas de la lecture ou de l'écriture, l'acuité est l'élément capital.

La nature et la disposition des foyers lumineux forment, avons-nous dit, le second point à considérer dans une installation d'éclairage. En ce qui concerne la nature, le choix est déterminé par diverses considérations dont la première est que le foyer n'échauffe ni ne vicie l'atmosphère de la salle. Inutile d'insister sur le fait que l'éclairage électrique par incandescence est celui qui remplit presque rigoureusement cette condition.

D'autres considérations doivent également être invoquées : conservation des couleurs des objets, non production de troubles ou de fatigue visuels. L'arc électrique, la flamme de l'acétylène et les lampes électriques à filaments métalliques satisfont assez bien à la première condition. La seconde peut être facilement remplie, même avec l'arc électrique, moyennant certaines précautions.

En somme, au point de vue de la nature des sources, l'éclairage électrique et particulièrement l'éclairage par incandescence est certainement le plus recommandable. Toutefois il ne faut pas se dissimuler qu'on prétend quelquefois le contraire et pour montrer que, dans bien des cas, cette opinion ne repose sur aucun fondement, M. Gariel cite le fait suivant : « En 1889, l'éclairage électrique fut substitué à l'éclairage au gaz dans la salle de l'Opéra. Le lendemain de la soirée où cette substitution, dès longtemps annoncée, devait avoir lieu, je vis un abonné, homme intelligent, qui se plaignit de troubles légers de la vision et de céphalalgie assez violente qu'il attribuait à cette « satanée » lumière électrique qui avait remplacé le gaz si agréable à l'œil; deux heures après j'apprenais que, par suite d'un accident dans la machinerie, on avait dû renoncer pour cette soirée à inaugurer l'électricité et que la salle et la scène avaient

continué à être éclairées au gaz comme elles l'avaient été jusqu'alors ».

Lorsque, au lieu d'un éclairage général, il s'agit de l'éclairage d'une table de travail, une autre condition est que, malgré la proximité de la source et de l'observateur, celui-ci ne puisse être incommodé par la chaleur de celle-là. A ce point de vue encore, la lampe à incandescence électrique doit être préférée à tout autre mode d'éclairage.

Quant à la répartition des sources il est évident que l'éclairage par diffusion, au moyen du plafond par exemple, est préférable à un éclairage direct, et que, dans le cas de l'éclairage direct, de nombreux petits foyers lumineux sont préférables à un foyer unique très puissant. Mais ce sont là des considérations bien connues de nos lecteurs et sur lesquelles il est inutile d'insister.

VII. Moyens d'absorber les radiations ultra-violettes. — Admettons que c'est aux radiations très réfrangibles, aux radiations violettes et ultra-violettes, à ces dernières surtout que sont dus les troubles légers et la fatigue de la vision qu'on observe quelquefois. Pour faire disparaître ces troubles, il faut donc éviter que ces radiations nocives n'arrivent à l'œil, ou prendre des dispositions pour qu'elles n'y parviennent que très affaiblies.

La solution à laquelle on songe immédiatement est celle qui consiste à placer devant les yeux de chaque individu dont la vision est troublée ou fatiguée, des verres qui absorbent, qui arrêtent les radiations nocives tout en modifiant le moins possible les conditions de la vision au point de vue de la coloration et de l'acuité. Cette solution s'applique à tous les cas, quelle que soit la source lumineuse. C'est même la seule qui puisse être employée s'il s'agit de l'éclairage direct par le soleil, de l'éclairage en plein air.

Mais si, en plein jour, il s'agit d'éclairer un espace clos où la lumière du soleil ou celle de la voûte céleste ne peuvent pénétrer qu'à travers un nombre limité de baies, on peut avoir recours à une autre solution qui consiste à munir ces baies de vitres choisies de manière à satisfaire aux deux conditions que nous venons d'indiquer.

Enfin, s'il s'agit de sources de lumière artificielle, il suffira d'entourer les foyers de globes ou de manchons satisfaisant aux mêmes conditions que précédemment.

Quel que soit le procédé employé, le résultat sera le même, car il importe peu que les radiations nocives soient arrêtées juste avant leur arrivée au globe oculaire, en un point quelconque de leur trajet ou au moment de leur émission par la source lumineuse, puisque dans aucun cas ces radiations ne parviendront à l'œil.

La première solution, qui s'applique à tous les cas, a l'avantage de ne placer dans des conditions spéciales que les individus que certaines lumières gênent ou peuvent gêner, laissant les autres soumis à l'éclairage intégral; dans les autres solutions, au contraire, tout le monde est soumis aux mêmes conditions et nul ne reçoit plus cet éclairage intégral. Mais cela est sans inconvénient si les substances absorbantes choisies ne modifient pas ou ne modifient que d'une manière insensible les éléments qui pratiquement nous paraissent intéressants au point de vue de l'éclairage, à savoir les colorations qui doivent rester à peu près les mêmes que celles que nous fait voir la lumière du jour et l'intensité surtout au point de vue de la conservation de l'acuité visuelle, l'intensité au point de vue de l'éclat paraissant beaucoup moins intéressante. Il va sans dire que, s'il est possible, il est à désirer que l'affaiblissement soit aussi réduit que possible à l'un et à l'autre de ces points de vue.

Il résulte de là qu'il n'y a pas à faire de comparaisons entre les substances à employer pour produire l'absorption dans deux voies différentes, l'une correspondant aux verres de lunettes, l'autre aux vitres, globes ou manchons. Au point de vue optique, toute substance qui sera suffisante ou insuffisante dans l'un des cas sera également suffisante ou insuffisante dans l'autre cas; on peut donc faire état, avec la même confiance dans les résultats, des recherches qui ont été faites dans l'une ou l'autre direction.

L'emploi de verres fumés ou ayant des colorations spéciales (bleu, vert, jaune) a été préconisé depuis longtemps pour diminuer la fatigue de la vue. Si l'on admet que, seule, l'intensité lumineuse est la cause de la fatigue, l'emploi des verres fumés se justifie naturellement, la teinte devant être d'autant plus foncée que la lumière dont on veut se garantir est plus intense. Mais ces verres ont pour effet de diminuer l'éclairement des objets regardés et par suite l'acuité, ce qui est un inconvénient. D'autre part, il n'est pas prouvé qu'ils interceptent en partie ou en totalité les radiations ultraviolettes que nous considérons comme nuisibles, et en fait les recherches récentes ont montré qu'ils ne possèdent pas cette qualité.

Actuellement, c'est sur les verres jaunes ou d'une couleur analogue que se porte l'attention. Pour cette raison, M. Gariel les étudie plus spécialement.

C'est Fieuzal qui le premier, au moins en France, préconisa, en 1881, des verres jaunes à base d'oxyde de chrome. Hennocque, en 1885, étudia l'absorption produite par ces verres sur un spectre fourni par un prisme de verre : il constata l'absorption complète des rayons rouges extrêmes et des rayons bleus et violets pour une épaisseur convenable.

Un peu plus tard M. Motais (d'Angers) préconisa des verres spéciaux, choisis après essais comparatifs avec tous les verres jaunes du commerce. M. Sarazin, qui les a étudiés au point de vue de l'absorption, a constaté qu'ils laissent passer intégralement les rayons les moins réfrangibles du spectre jusqu'à $\lambda = 0,560\,\mu$ ou $0,510\,\mu$ suivant le numéro du verre, et qu'ils absorbent complètement les radiations les plus réfrangibles depuis $\lambda = 0,470\,\mu$ ou $\lambda = 0,430\,\mu$.

Tout récemment (1909) M. Lossouarn a exécuté des recherches spectroscopiques très complètes sur des verres de Fieuzal, de Motais et d'autres. Pour étudier l'absorption des rayons ultraviolets, il examinait la fluorescence que produisent ces rayons sur des solutions titrées de sulfate de quinine contenant respectivement 1, 0,01, 0,005 et 0,0015 partie de ce corps pour 100 parties d'eau. Voici quelques-uns des résultats qu'il a obtenus:

Avec la lumière diffuse le verre Fieuzal n° 1 (le moins foncé) est le seul pour lequel la fluorescence se manifeste dans la solution à 1 pour 100. Avec la lampe Cooper Hewitt, la fluorescence apparaît encore dans la même solution pour le verre n° 3, mais pas pour les numéros

plus élevés. Avec l'arc électrique la solution la plus diluée est encore influencée avec le verre n° 3, mais le verre n° 4 n'influence que la solution la plus concentrée. On peut donc conclure que toutes les radiations invisibles seront arrêtées à partir du verre n° 2 pour la lumière diffuse du n° 4 pour la lampe Cooper-Hewitt, du n° 5 pour l'arc électrique.

Avec des verres Motais, les résultats sont : le n° 1 laisse la fluorescence se manifester dans la solution à 0,005 pour 100 avec la lumière diffuse et dans la solution à 1 pour 100 avec la lampe Cooper-Hewitt; le verre n° 2 est le dernier pour lequel l'action a lieu avec la liqueur la plus diluée et le verre n° 3 dans la liqueur la plus concentrée avec l'arc électrique.

Les autres verres jaunes actuellement dans le commerce ont fourni des résultats analogues sur lesquels nous ne pouvons insister. Notons toutefois que les verres esculinés de M. Monpillard ne laissent passer aucune radiation ultraviolette. Ces verres sont formés de deux lames sur l'une desquelles on a coulé une solution de gélatine renfermant de l'esculine; cette substance, extraite du marron d'Inde, étant très fluorescente sous l'influence des radiations ultraviolettes, il était à prévoir qu'elle serait très absorbante pour ces radiations et l'on voit que l'expérience a confirmé cette prévision de M. Monpillard.

VIII. Conclusions. — Les conclusions du rapport de M. Gariel sont :

« 1° Les lampes à vapeur de mercure ne conviennent pas pour l'éclairage, sauf dans des cas très particuliers.

» 2° Les lampes électriques à arc conviennent à l'éclairage en plein air et à celui des salles de grandes dimensions. Elles doivent être placées à une distance de plusieurs mètres des points où peut se trouver le public. Ces lampes seront enfermées dans des globes diffusifs ou holophotes de dimensions suffisantes pour que le pouvoir éclairant spécifique ne soit pas trop élevé. Il peut y avoir avantage à donner une coloration jaune à ces globes.

» Dans des salles de dimensions restreintes, les lampes à arc peuvent être avantageusement employées pour produire l'éclairage par diffusion sur plafond blanc qui est très satisfaisant.

» 3° Les lampes électriques à incandescence peuvent être utilisées dans tous les cas; elles constituent l'éclairage de choix pour les pièces de dimensions restreintes; il peut y avoir avantage à employer des ampoules en verre jaune ou entourées d'un globe ou manchon en verre jaune.

» 4° Dans les classes, études et dans les ateliers où s'exécutent des travaux délicats, l'éclairage minimum doit être de 15 lux.

» 5° Dans les cas d'hyperesthésie rétinienne, il convient de prescrire l'emploi de verres colorés. Les verres jaunes, dont il existe en France de nombreux types convenablement gradués, sont actuellement à recommander. »

Production de la lumière blanche par l'association de la lampe au mercure avec d'autres sources lumineuses (1).

Depuis longtemps on cherche à corriger la coloration désagréable de la lumière des lampes au mercure par addition de sources lumineuses de couleur jaune : on utilisa en premier lieu la lampe à filament de carbone et plus récemment M. Marshall préconisait la lampe à filament de tantale.

M. Ives a tout d'abord cherché théoriquement à déterminer la couleur complémentaire de l'arc au mercure. Appliquant le principe du triangle coloré de Maxwell et admettant que le blanc se compose de parties égales de rouge, de bleu et de vert, il représenta graphiquement par la position d'un point, à l'intérieur d'un triangle équilatéral, chacune des sources suivantes : lampe à arc au mercure, lampe à filament de carbone à 3,1 watts par bougie, lampe Auer très verte 1,4 pour 100 de cérium. Cette représentation étant faite, il lui était facile de déterminer la quantité de lumière qu'il faut fournir par chacune de ces trois sources, pour obtenir un ensemble de coloration blanche. Il a trouvé ainsi que les trois sources sont simultanément nécessaires, mais qu'en combinant simplement une lampe à arc au mercure et une lampe Auer on doit pouvoir obtenir une lumière se rapprochant beaucoup de la lumière blanche surtout si l'on prend une lampe Auer avec manchon à 0,75 pour 100 de cérium qui est la proportion généralement adoptée pour les manchons servant à l'éclairage des rues.

L'auteur entreprit alors des recherches expérimentales pour vérifier ces conséquences. Il expérimenta avec une lampe Auer, une lampe au tungstène et une lampe au carbone de 3,1 watts par bougie. Associée avec une lampe au mercure, l'une et l'autre des deux premières donnèrent en effet une lumière presque blanche, avec une légère nuance de vert dans le cas du bec Auer et de rose avec la lampe au tungstène. La lampe à filament de carbone donnait avec l'arc au mercure une lumière nettement rougeâtre. Pour obtenir ces résultats il fallait associer, à 1 bougie de la lumière de l'arc au mercure, 0,57 bougie de lampe Auer, 0,54 bougie de lampe au tungstène et 0,50 bougie de lampe au carbone. Pour les applications on peut donc dire que l'intensité lumineuse de la source associée à l'arc au mercure doit avoir une intensité lumineuse à peu près égale à la moitié de celle de l'arc. Ce résultat diffère un peu de celui trouvé par M. Marshall qui a constaté qu'à une lampe Cooper-Hewitt de 200 bougies il convenait d'adjoindre une lampe au tungstène de 80 bougies.

Le prix de revient de cet éclairage mixte par l'arc au mercure et la lampe au tungstène est facile à déterminer. Si l'on prend 1,25 watt par bougie pour la consommation de la lampe au tungstène et 0,55 watt par bougie pour celle de la lampe à mercure, on obtient pour l'ensemble 1 bougie avec une consommation de 1,22 watt, soit un rendement de 0,80 bougie par watt. Dans le cas de l'association d'une lampe à arc et d'un bec Auer le calcul de la dépense par bougie est plus difficile, mais on obtient sensiblement la même dépense qu'avec l'arc au mercure et la lampe au tungstène en prenant les prix de vente moyens actuels de l'énergie électrique et du gaz d'éclairage et en tenant compte de toutes les dépenses accessoires.

(1) H.-E. Ives, *Zeitschrift für Beleuchtungwesen*, 30 mars 1910, p. 110-111; *Mois scientifique et industriel*, juin 1910.

MESURES ET ESSAIS.

INSTRUMENTS.

Sur la théorie du wattmètre électrodynamique employé pour la mesure de la puissance en courant alternatif.

Bien qu'on ait beaucoup écrit sur le wattmètre-dynamomètre, on n'a encore donné aucune théorie tout à fait complète de ses erreurs, principalement en ce qui concerne les effets des courants de Foucault et de la forme de l'onde.

Dans une Communication faite dans le *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, n° 199, t. XLIV, 1910, p. 255, M. C.-V. DRYSDALE a cherché à combler cette lacune.

Parmi les diverses causes d'erreurs dans les dynamomètres-wattmètres, celle due à la réactance dans le circuit dérivé est la mieux connue et la plus importante. La correction pour cette réactance est le mieux exprimée par l'expression suivante :

$$w = w'(1 + T^2 p^2) - Tp\, W \sin\Phi,$$

dans laquelle w est la puissance réelle en watts; w', la puissance indiquée par le wattmètre; W, la puissance apparente en watts, T, la constante de temps du circuit dérivé; Φ, le décalage et $p = 2\pi \times$ fréquence du courant pour des ondes sinusoïdales. Dans tous les bons instruments le terme $T^2 p^2$ est négligeable si on le compare à l'unité et l'on peut écrire

$$(1) \qquad w = w' - Tp\, W \sin\Phi.$$

Cette relation est la formule caractéristique du wattmètre électrodynamique.

Les autres causes d'erreur sont, ainsi qu'il est bien connu :

a. L'induction mutuelle entre les bobines;

b. Les courants de Foucault induits par les champs des bobines principale et dérivée dans les masses de métal ou dans la matière de la bobine;

c. L'attraction électrostatique entre les bobines.

De ces causes d'erreurs la dernière peut toujours être éliminée en disposant l'instrument de telle manière qu'il n'y ait aucune différence de potentiel appréciable entre les bobines.

Le couple résultant moyen, dans un dynamomètre-wattmètre, est proportionnel au produit moyen du courant dans la bobine dérivée par le flux moyen stationnaire dans lequel elle se meut. Tous les phénomènes qui interviennent dans l'instrument peuvent être classés comme agissant soit sur le courant dérivé, soit sur le champ stationnaire.

Le diagramme représenté par la figure 1 donne une idée schématique de l'ensemble des connections électromagnétiques d'un wattmètre-dynamomètre.

Le courant total C traverse une bobine ayant un coefficient d'induction mutuelle M avec la bobine dérivée et M_a avec les parties métalliques de l'instrument. Le circuit dérivé est constitué par la résistance r_1, shuntée par la capacité K et par la bobine ayant une inductance L, une résistance r_2, une réactance x_2 et un coefficient d'induction mutuelle M_b avec les parties métalliques. Ces parties métalliques sont représentées comme une bobine en court-circuit de résistance r_3 et de réactance x_3. Enfin, le circuit extérieur est représenté par la bobine de résistance R et de réactance X.

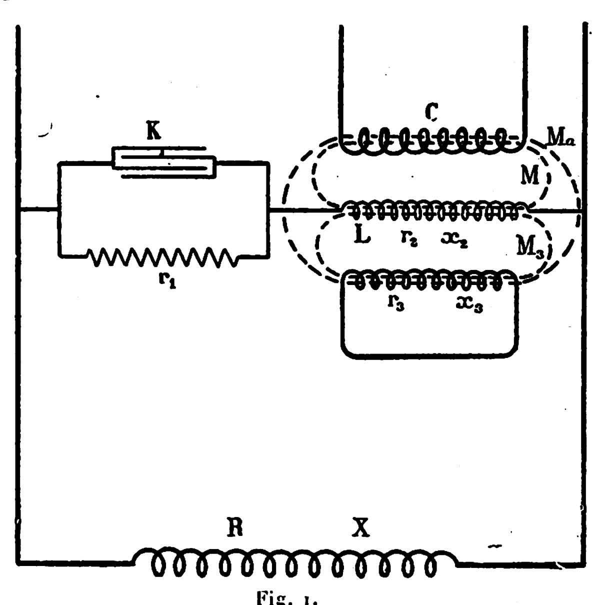


Fig. 1.

Circuit dérivé. — La différence de potentiel aux extrémités du circuit dérivé est constituée par quatre composantes : la tension due à la résistance $v_1 = Tc$, la tension due à la réactance $v_2 = -j\, x' c$, x' étant la réactance résultante du shunt [1], la force électromotrice d'induction mutuelle $v_3 = -j\, MPC$, la force électromotrice induite par les courants de Foucault.

Champ résultant. — Il est constitué par quatre composantes dues : 1° au courant total; 2° au courant dérivé; 3° aux courants de Foucault induits par le champ total; 4° aux courants de Foucault induits par le champ dérivé. Ce champ est aussi affecté par l'hystérésis dans le cas d'instruments à noyau de fer. De ces divers champs composants, le second peut être négligé, car il doit toujours se déplacer avec la bobine dérivée.

C'est en partant de ces bases que M. Drysdale calcule

(1) Dans cette expression et dans les formules suivantes j a la signification de notre symbole $i = \sqrt{-1}$ pour les quantités imaginaires.

successivement : l'inductance équivalente du circuit dérivé, l'effet du métal dans le champ de la bobine dérivée sur son impédance, le courant induit dans le shunt par le courant total, le courant induit dans la dérivation par le champ stationnaire, l'expression générale du courant dans le circuit dérivé, le champ stationnaire, l'effet de la forme de l'onde et les valeurs limites pour la correction dans trois cas : différence de potentiel et courants à ondes rectangulaires, différences de potentiel et courants à ondes triangulaires, onde de différence de potentiel triangulaire, onde de courant rectangulaire; enfin, l'effet de l'induction mutuelle. Nous ne pouvions songer à développer ici tous ces calculs et nous nous contenterons d'en résumer les points les plus saillants : L'inductance équivalente du circuit dérivé, lorsque le produit Kr_1p est petit vis-à-vis de l'unité se traduit par une impédance

$$I = r - j(L - Kr_1^2)p$$

et

$$\tan g\alpha = \frac{L - Kr_1^2}{r}p,$$

formules dans lesquelles $r = r_1 + r_2$ est la résistance totale du circuit dérivé.

L'effet du métal est d'accroître l'impédance du circuit en la multipliant par le facteur $\frac{M_b^2 p^2}{I_3^2}(r_3 + jx_3)$, de multiplier la résistance équivalente par $\frac{M_b^2 r_3 p^2}{I_3^2}$ et de diviser l'inductance équivalente par $\frac{M_b^2 L_3 p^2}{I_3^2}$.

Quand le circuit dérivé contient à la fois une inductance et une capacité et du métal dans son champ, on peut calculer la résistance équivalente r_1 et la réactance équivalente x' du shunt et l'on a alors l'impédance équivalente $I' = \sqrt{r'^2 + x'^2}$.

L'étude du champ stationnaire mène au résultat suivant : pour une fréquence donnée la formule peut être écrite

$$w' = aw - W(b\cos\Phi + c\sin\Phi) + mC^2 + nV^2,$$

C, courant; V, différence de potentiel, où cependant a, b, c, m, n, peuvent varier avec la position de la bobine mobile; pour un instrument à lecture directe les quantités précédentes sont par conséquent constantes.

D'ailleurs, si les coefficients d'induction mutuelle M, M_a et M_b sont nuls, l'expression se réduit à la forme-type (1) qui donne la puissance réelle. Les conclusions précédentes s'appliquent à une onde de forme sinusoïdale. Mais comme les formes d'onde diffèrent fréquemment de la courbe sinus, il est nécessaire de se rendre compte des corrections à apporter dans de tels cas. Si

$$V = \Sigma V_n \sin n(pt - 0_n),$$
$$C = \Sigma C_n \sin n(pt - \Psi_n),$$

n étant l'ordre de l'harmonique, V_n et C_n les amplitudes des harmoniques successives de la différence de potentiel et du courant respectivement et 0_n et Ψ_n leurs phases correspondantes, on peut démontrer que

$$(2) \qquad w = w' - Tp\Sigma\overline{V_n}\,\overline{C_n}\sin\Phi_n,$$

si nTp est petit vis-à-vis de l'unité et si $\Phi_n = n(\Psi_n - 0_n)$ est le retard du courant par rapport à la différence de potentiel.

Pour une seule onde d'ordre n,

$$(3) \qquad w = w' - nTpw\sin\Phi,$$

et pour $n = 1$ on retombe sur la formule type (1). La formule (2) est suffisamment exacte pour la plupart des applications. La formule (3) montre que la correction est proportionnelle à n et évidemment à p.

Si l'on a un circuit très inductif, $\Phi_n = 90°$ et

$$w = w' - Tp\Sigma n\overline{V_n}\,\overline{C_n} = w' - Tp\frac{\overline{V^2}}{x},$$

si x est la réactance du circuit pour la fréquence fondamentale et $V^2 = \Sigma V_n^2$. Ce résultat est intéressant parce qu'il montre que l'erreur dans la lecture d'un wattmètre sur un circuit très inductif est indépendante de la forme de l'onde. Dans le cas où x est une réactance due à une capacité

$$w = w' + \frac{Tp}{x}\Sigma n^2 V_n^2.$$

Dans le cas de mesures de puissance sur des condensateurs, à moins que les harmoniques successives deviennent rapidement très petites, l'erreur sera donc accrue dans de grandes proportions.

Applications :

1° V et C rectangulaires :

$$V = \frac{4}{\pi}\hat{V}\sum_0^\infty \frac{\sin npt}{n}, \qquad C = \frac{4}{\pi}\hat{C}\sum_0^\infty \frac{\sin n(pt - \Phi)}{n};$$

$\hat{V}$ et $\hat{C}$ représentent les valeurs ordinaires de V et C et non les vecteurs. Si $\Phi = \frac{\pi}{2}$,

$$w = w' - \frac{2}{\pi}TpW.$$

2° V et C triangulaires :

$$V = \frac{8}{\pi^2}\hat{V}\sum_0^\infty (-1)^{\frac{n-1}{2}}\frac{\sin npt}{n^2},$$

$$C = \frac{8}{\pi^2}\hat{C}\sum_0^\infty (-1)^{\frac{n-1}{2}}\frac{\sin n(pt - \Phi)}{n};$$

si $\Phi = \frac{\pi}{2}$,

$$w = w' - \frac{3}{\pi}WTp \pm \frac{96}{\pi^4}WT^3p^3\sum\frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n(1 + n^2T^2p^2)}.$$

3° V triangulaire, C rectangulaire :

Si $\Phi = \frac{\pi}{2}$,

$$w = w' - 4\sqrt{3}TpW + \frac{128\sqrt{3}}{\pi^3}T^2p^2W\sum\frac{+1}{1 + n^2T^2p^2}.$$

La Table ci-dessous a été calculée pour un wattmètre ayant un décalage de phase sur l'harmonique fondamentale de 0,001 radian ou 0,06 degré. On y verra que, seulement dans le cas d'une différence de potentiel à onde rectangulaire, la correction doit dépasser de manière appréciable celle faite pour une onde de forme sinusoïdale. Les wattmètres dans lesquels la réactance du shunt est comprise dans les limites indiquées peuvent donc être employés avec confiance pour presque toutes usages de la pratique.

Effet de la forme de l'onde sur la correction du wattmètre.

CAS.	FORME D'ONDE.		$u = \frac{w - w'}{W}$	
	Tension.	Courant.	$\varphi = 0$.	$\varphi = \frac{\pi}{2}$.
	Sinus.	Sinus.	0	$-1{,}00 \times 10^{-3}$.
I.	Rectangulaire.	Rectangulaire.	$0{,}81 \times 10^{-6} \times$ N° des harmoniques.	$-0{,}62 \times 10^{-1}$.
II.	Triangulaire.	Triangulaire.	$1{,}2 \times 10^{-6}$.	$-0{,}96 \times 10^{-3}$.
III.	Triangulaire.	Rectangulaire.	$0{,}68 \times 10^{-6}$.	$-0{,}82 \times 10^{-3}$.
IV.	Rectangulaire.	Condensateur $\left(\frac{4}{\pi} VKp \, \Sigma \sin npt\right)$.	»	$0{,}81 \times 10^{-3} \times$ N° des harmoniques.
V.	Rectangulaire.	Inductance $\left(\frac{4}{\pi} \frac{V}{Lp} \sum \frac{\sin npt}{n^2}\right)$.	»	$-0{,}97 \times 10^{-3}$.
VI.	Triangulaire.	Condensateur $\left(\frac{8}{\pi^2} VKp \sum (-1)^{\frac{n-1}{2}} \frac{\sin npt}{n}\right)$	»	$-1{,}20 \times 10^{-3}$.
VII.	Triangulaire.	Inductance $\left(\frac{8}{\pi^2} \frac{V}{Lp} \sum (-1)^{\frac{n-1}{2}} \frac{\sin npt}{n^3}\right)$.	»	$-1{,}01 \times 10^{-3}$.

L'erreur due à l'induction mutuelle est obtenue, pour chaque courant, en accroissant l'erreur due à un courant sinusoïdal de même valeur efficace dans le rapport

$$q = \frac{\Sigma n^2 \overline{C}_n^2}{\Sigma \overline{C}_n^2}.$$

Pour une onde rectangulaire $q = \frac{8}{\pi^2} \times$ nombre d'harmoniques; pour une onde triangulaire $q = \frac{12}{\pi^2}$. L'erreur d'induction mutuelle peut donc croître considérablement avec les formes d'onde très irrégulières, mais comme cette erreur est usuellement une quantité de second ordre, son accroissement ne prend que rarement quelque importance. L'erreur peut aussi être déterminée expérimentalement, très facilement pendant des essais, en mettant en court-circuit les bornes du wattmètre auxquelles est appliquée la différence de potentiel.

La conclusion générale de ce travail est qu'un wattmètre qui est à l'abri des courants de Foucault et dans lequel la résistance dépasse 1000 ohms par millihenry d'inductance équivalente dans le circuit dérivé, n'aura jamais une erreur de plus de 0,001 dans le facteur de puissance, dans les conditions de la pratique, excepté quand on emploiera des condensateurs avec des formes d'onde très irrégulières. Comme la condition ci-dessus est aisément assurée avec un grand torque et une faible consommation, on peut conclure qu'un wattmètre-dynamomètre bien fait est supérieur à tout autre dispositif pour les mesures de puissance en courants alternatifs.

C. CHÉNEVEAU.

MESURES MAGNÉTIQUES.

Effet de la température sur les pertes par hystérésis dans le fer placé dans un champ tournant (¹).

Les expériences du professeur Baily et de MM. Beattie et Clinker ont montré que les pertes par hystérésis dans le fer soumis à l'action d'un champ tournant passent par un maximum pour une induction d'environ 16 000 unités C. G. S. Pour une valeur de l'induction de 20 000, l'hystérésis était approximativement le $\frac{1}{20}$ de la valeur maximum.

Les auteurs se sont demandé comment ces conclusions pouvaient être modifiées par les effets de variation de la température. Dans leurs expériences, le champ tournant était produit à l'aide de courants diphasés traversant deux bobines fixes disposées concentriquement et à angle droit l'une de l'autre. Une cavité était ménagée en leur centre qui portait les parties chauffantes. L'échantillon en essai était suspendu au milieu à l'aide d'une suspension bifilaire; c'était un disque de fer de 4 cm de diamètre et 0,027 cm d'épaisseur; toute la suspension pesait 285 g. Les deux bobines magnétisantes produisaient un champ tournant uniforme de 250 unités C. G. S. avec une variation de $\frac{1}{2}$ pour 100 à 2 cm du centre. On maintenait la différence de phase entre les courants dans les deux circuits égale à 90° à 0,3 pour 100 près en employant une bobine de self-induction réglable dans

(¹) W.-P. FULLER et H. GRACE, *Electrician*, t. LXIV, 25 février, p. 797.

le primaire de l'un des transformateurs fournissant le courant.

Pour mesurer le flux dans le fer, une bobine de 8 tours de fil nu était enroulée autour de l'échantillon de fer et isolée à l'aide de mica. Comme la force électromotrice induite dans la petite bobine est alternative et de l'ordre de 0,04 volt, on construisit un galvanomètre assez sensible pour permettre cette mesure.

Ce galvanomètre était formé en principe de quatre bobines de forme conique enroulées avec du fil n° 28. Deux d'entre elles, opposées, placées en série et dans le circuit d'une résistance, étaient reliées à une phase; les deux autres étaient disposées sur l'autre phase. Un petit cadre, fait de 200 tours de fil n° 46, c'est-à-dire ayant une résistance de 140 ohms, et dont les dimensions étaient 5 cm × 1 cm, était suspendu dans l'espace réservé au centre des quatre bobines et relié à la bobine d'essai placée sur l'échantillon de fer.

Dans la bobine du galvanomètre, il y a deux forces électromotrices dont l'une $E \cos pt$ est due au flux dans l'échantillon de fer. Si H est la valeur maximum du champ tournant quand $E \cos pt$ est maximum et si l'angle entre le champ et la bobine au temps t est $\theta + pt$, la composante parallèle à la bobine est $H \cos(pt + \theta)$. Le flux normal à la bobine est $H \sin(pt + \theta)$ et la force électromotrice induite est proportionnelle à

$$Hp \cos(pt + \theta) = E_1 \cos(pt + \theta).$$

Si R est la résistance de la bobine et si la self-induction est négligeable, on démontre que le torque moyen agissant sur la bobine est proportionnel à

$$\frac{H(E \cos\theta + E_1)}{R}.$$

Ce torque provoquant la déviation comprend donc deux parties : une constante et l'autre qui dépend des positions des quatre bobines du galvanomètre. Dans l'appareil employé ces bobines étaient fixées à une plaque tournante qu'on mettait en rotation jusqu'à ce que la déviation passe par un maximum. Le torque était alors proportionnel à $\frac{H(E + E_1)}{R}$. La partie constante de la déviation dépendant du cube de la fréquence, il était nécessaire de maintenir constante la vitesse de la machine.

La température était mesurée au moyen d'un couple thermo-électrique platine-platine rhodié placé contre l'échantillon.

Des expériences ont été faites entre 107° et 580° en chauffant simplement le fer, ou en le chauffant après l'avoir porté à 580° puis refroidi lentement. Ces expériences montrent que, lorsqu'on accroît la température du fer, on réduit la perte par hystérésis pour une induction donnée et l'on oblige le maximum à ne se produire que pour une faible valeur de l'induction.

L'effet de réduction de la perte par l'hystérésis est plus marqué avec le fer initialement chauffé. La forme de la courbe reliant le nombre d'ergs par centimètre cube et par cycle à l'induction est également différente, la chute étant beaucoup plus rapide après le maximum.

C. CHÉNEVEAU.

Emploi de l'appareil de Kapp pour mesurer la perméabilité du fer pour de grandes forces magnétisantes (¹).

L'appareil de Kapp consiste, en principe, en un petit électro-aimant ayant un noyau feuilleté constitué par des tôles de fer de grande perméabilité. Les pôles de l'aimant sont très écartés l'un de l'autre et sont percés pour recevoir le faisceau de bandes découpées dans la matière à essayer. Ce faisceau, quand il est en place, remplit le pôle et ferme le circuit magnétique; comme le faisceau a une petite section transversale par rapport au reste du circuit magnétique, il est soumis à une densité de flux considérable, pratiquement à toute l'action des ampères-tours de l'excitation de l'électro-aimant. La valeur de la force magnétique agissant sur la pièce d'essai est donc égale au produit des ampères-tours par 1,26 divisé par la longueur de l'échantillon entre les faces des pièces polaires.

L'induction est mesurée par la méthode balistique à l'aide d'une bobine embrassant le centre de la pièce d'essai et pour assurer l'uniformité de l'induction, on munit les faisceaux en essai de faisceaux *de garde*.

Voici quelques résultats obtenus avec différents fers et aciers employés aujourd'hui dans la construction ou dans les appareils de mesure.

Matière.	Force magnétisante pour produire la saturation H_s.	Intensité de saturation I_s.	Valeur de B sous une force magnétisante dépassant H_s. $H + 4\pi I_s$.
Fer de Norvège :			
Le meilleur, recuit........		1796	H + 22600
» ordinaire.....	2000	1740	21840
Fer pour armatures de 1re qualité....................	1500	1740	21840
Fer électrolytique...........	2000	1720	21602
Fer *Lohys*.................	2000	1705	21450
Fer allié (0,33 pour 100 de silicium..................	2000	1630	20490
Fer *Stalloy*................	1800	1600	20150
Fer allié (3,9 pour 100 de silicium..................	1500	1528	19260

Les auteurs font remarquer que la plus grande intensité de saturation qui a été observée dans les meilleures armatures de fer est environ 1740; ce nombre cadre bien avec le résultat tout récent de M. Weiss.

C. CHÉNEVEAU.

(¹) R. BEATTIE et H. GERRARD, *Electrician*, t. LXIV, 18 février 1910, p. 750.



BIBLIOGRAPHIE (¹).

Électrotechnique appliquée : Machines électriques (*Théorie, essais et construction*). Cours professé à l'Institut électrotechnique de Nancy, par A. MAUDUIT, ancien élève de l'École polytechnique. Préface de A. BLONDEL, ingénieur en chef des Ponts et chaussées, professeur à l'École nationale des Ponts et chaussées. Un vol. $25^{cm} \times 16^{cm}$; 930 pages, 366 fig. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix, broché, 25 fr; cartonné, 27 fr.

Dans la présentation que nous faisions ici (numéro du 15 janvier 1905) de la première édition de l'Ouvrage de M. Mauduit, nous faisions ressortir le souci qu'avait eu l'auteur d'être, avant tout, utile aux praticiens; nous ajoutions qu'outre cette qualité, cet Ouvrage se recommandait par la clarté, le sens critique et l'érudition avec lesquels il était écrit.

La seconde édition, longtemps attendue, la première étant complètement épuisée depuis plusieurs années, peut être considérée comme un Ouvrage nouveau, tant les remaniements ont été nombreux. Tout en conservant le même plan général, l'auteur s'est en effet attaché à mettre au point toutes les parties de son Ouvrage qui ont été l'objet de travaux nouveaux depuis la publication du premier. Il en est résulté quelques suppressions, beaucoup de remaniements et de nombreuses additions.

Il serait trop long de signaler ces modifications et additions. Notons cependant un Chapitre nouveau, fort important, où l'auteur résume les résultats que lui a fournis une étude complète, faite par lui au laboratoire de l'Institut électrotechnique de Nancy, au moyen de l'oscillographe Blondel, de la forme des courbes de tension et de courant données par des alternateurs de divers types alimentant des récepteurs de divers genres.

Notons aussi que ces additions n'auront pas seulement pour les praticiens l'avantage de les dispenser de consulter les travaux originaux parus sur le sujet depuis quelques années : elles leur vaudront la publication prochaine d'un autre volume consacré aux applications de l'électricité. Dans la précédente édition ces applications étaient résumées en deux chapitres; ces chapitres durent être supprimés pour ne pas augmenter outre mesure les dimensions du volume. Elles seront traitées avec plus d'ampleur dans le prochain volume annoncé. Celui-ci, d'après les expressions de l'auteur lui-même, « constituera un guide rationnel et pratique pour l'ingénieur chargé de l'élaboration des devis, de l'exécution des installations ou de la surveillance de l'exploitation, dans toutes les entreprises qui utilisent l'énergie électrique sous ses formes les plus diverses ». Il complètera donc très utilement celui que nous présentons aujourd'hui.

J. B.

Utilisation des chutes d'eau en vue de la production de l'énergie électrique, par LÉVY-SALVADOR, ingénieur des constructions civiles, ingénieur du Service technique au Ministère de l'Agriculture. Un vol. autographié, $22^{cm} \times 17^{cm}$, 443 pages, 118 figures.

Cet Ouvrage est la reproduction du cours professé par l'auteur à l'École spéciale des Travaux publics du Bâtiment et de l'Industrie, école à laquelle son directeur, M. Eyrolles, a su donner un si merveilleux développement par l'application en France d'un mode d'enseignement aujourd'hui très répandu aux États-Unis : l'enseignement par correspondance.

Après quelques considérations générales sur le régime des cours d'eau et la mesure de leur débit, l'auteur étudie l'aménagement des chutes d'eau; deux exemples : le barrage de la Saulce sur la Durance et le barrage du Haut-Cher, constituent deux applications intéressantes de cette étude.

Passant à l'étude des turbines hydrauliques, M. Lévy-Salvador insiste particulièrement sur le réglage de leur vitesse et décrit à ce propos le régulateur électromécanique Routin. L'accumulation de l'énergie hydraulique, si importante pour la production de l'électricité, est ensuite examinée. Puis viennent des généralités sur l'installation des usines hydroélectriques, des lignes de transmission et sur l'exploitation de ces usines. Un peu de législation et de réglementation termine l'Ouvrage.

D'une grande facilité de lecture, sans calculs compliqués, mais plein de renseignements instructifs, le cours de M. Lévy-Salvador ne peut manquer de rendre service aux ingénieurs électriciens amenés à s'occuper d'installations hydrauliques ainsi qu'au personnel chargé d'assurer le fonctionnement des usines hydroélectriques.

J. B.

Pratique de l'installation électrique à courant fort dans l'habitation, par RICHARD BERGER, ingénieur-conseil, expert près les tribunaux. Un vol. $19^{cm} \times 13^{cm}$, 352 pages, 466 figures. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix, cartonné, 5 fr.

Dans l'esprit de l'auteur, cet Ouvrage est destiné d'une part aux installateurs-électriciens, d'autre part aux clients désireux de posséder une installation sans défaut; pour les premiers, il contribuera à la formation d'une base d'appréciation plus rationnelle des divers appareillages actuellement sur le marché; aux seconds, il permettra de se rendre compte des raisons des différences de prix souvent considérables du matériel utilisé.

Les renseignements précis donnés par M. Berger sur chaque partie d'une installation d'éclairage ou de force motrice, ainsi que les nombreuses figures qui illustrent

(¹) Il est donné une analyse bibliographique de tout Ouvrage dont *deux* exemplaires sont adressés à la Rédaction.

ses explications, permettent de considérer comme atteint le double but qu'il s'est proposé.

La protection des moyens de communication télégraphiques et téléphoniques, par EUGÈNE ROBERT, docteur en droit, rédacteur au Ministère des Travaux publics. Un vol. $25^{cm} \times 16^{cm}$, 378 pages. Librairie de la Société du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot. Prix, broché, 6,50 fr.

Après avoir montré la genèse de l'idée de protection des postes de télégraphie aérienne du système Chappe, puis des lignes de télégraphie électrique, l'auteur passe en revue la législation française concernant la protection répressive et termine cette partie de son Ouvrage par l'examen sommaire de la législation étrangère.

Dans une autre partie, consacrée à la protection préventive, M. Robert étudie la législation des distributions d'énergie électrique dans ses rapports avec les lignes télégraphiques et téléphoniques. Cette partie est particulièrement instructive pour les exploitants de réseaux de distribution d'énergie qui y trouveront des renseignements détaillés sur la loi du 15 juin 1906.

La Télégraphie sans fil, la Télémécanique et la Téléphonie sans fil, à la portée de tout le monde, par E. MONIER, ingénieur des Arts et Manufactures. Préface du Dr E. BRANLY. 5e édition, revue et augmentée. Un vol. $18^{cm} \times 12^{cm}$; 198 pages, 24 fig. H. Dunod et Pinat, éditeurs. Prix, broché, 2,50 fr.

Cet Ouvrage de vulgarisation a été mis à jour. On trouve là une description du nouveau poste de la tour Eiffel, les principes de la télémécanique, de la radiotéléphonie et de la télévision.

L'action électrique du Soleil, par A. NODON, docteur ès sciences. Un vol. $19^{cm} \times 12^{cm}$, 200 pages, 18 figures, de la collection des *Actualités scientifiques*. Gauthier-Villars, éditeur. Prix, broché, 3 fr 25.

Dans ces dernières années les astronomes et les physiciens ont accordé au Soleil un rôle important dans les manifestations électriques et magnétiques que nous constatons dans l'atmosphère terrestre. Les idées modernes sur l'électricité et la constitution de la matière ont en outre permis d'étayer des théories expliquant divers phénomènes cosmiques par l'action électrique du Soleil.

M. Nodon, qui depuis 1885 étudie expérimentalement le sujet, a rassemblé dans l'Ouvrage qui nous occupe les résultats expérimentaux obtenus et les théories émises par divers physiciens. Il fournit ainsi au lecteur, sous une forme condensée, de nombreux renseignements sur une question des plus intéressantes au point de vue scientifique, mais encore peu connue par suite de la difficulté de pouvoir se procurer les Mémoires qui la concernent.

Les dessins et modèles (Texte et commentaire de la loi du 14 juillet 1909). Un vol. $16^{cm} \times 10^{cm}$, 74 pages. Administration Dalloz, 19, rue de Lille. Prix, cartonné, 1 fr. 50.

La réforme de la législation sur les dessins et modèles industriels, depuis longtemps attendue du monde des affaires, vient d'être heureusement réalisée par la loi du 14 juillet 1909. Il n'est pas besoin d'insister sur l'importance de cette loi, qui consacre des principes éminemment favorables aux inventeurs et met fin, sur plusieurs points, aux divergences d'interprétation de la jurisprudence. Cependant, quelques-unes des dispositions nouvelles ne laissent pas d'être assez difficilement accessibles au public qu'elles intéressent, généralement étranger à la science du Droit. Aussi le « Dalloz » s'est-il préoccupé de les mettre à la portée de tous par un commentaire ou plus exactement une sorte de petit traité méthodique.

Treatise on electrical Theory and the Problem of the Universe, par G.-W. de TUNZELMANN, ancien professeur de Physique et d'Astronomie. Un volume $20^{cm} \times 13^{cm}$, 655 pages, 15 figures. Griffin and Co, éditeur, Exeter street, Strand, Londres. Prix, cartonné, 15 sh.

Ainsi que l'indique son titre, cet Ouvrage est consacré à l'exposé des considérations théoriques les plus élevées concernant l'électricité. Dans les 24 Chapitres qu'il contient, l'auteur montre d'abord la possibilité d'une théorie mécanique de l'électricité, puis il aborde l'examen des propriétés de l'éther et des relations entre l'éther et les corps en mouvement; l'étude de la conduction dans les gaz et les diélectriques le conduit à la théorie de Faraday-Maxwell et à la théorie électronique; il examine ensuite les phénomènes optiques et indique comment ils ont été rattachés aux phénomènes électriques; plus loin, il s'étend longuement sur la radioactivité, cherche une explication de la gravitation et de la cohésion et termine par quelques spéculations métaphysiques.

Mais si la nature des matières exposées dans l'Ouvrage nous amène dans les régions les plus élevées de la Science, le mode d'exposition adopté n'exige la connaissance d'aucune des théories transcendantes des Mathématiques. L'auteur a cherché avant tout à être physicien et à étayer ses démonstrations par des résultats expérimentaux plutôt que par des considérations mathématiques; lorsque l'Analyse mathématique lui a été absolument indispensable, il a eu soin de passer rapidement dans le corps même de son Ouvrage, renvoyant l'étude détaillée dans l'un des 18 appendices qui le terminent. De la sorte, le Livre de M. de Tunzelmann peut être compris par tout esprit cultivé; c'est un Ouvrage de haute vulgarisation comme les savants anglais savent les écrire. Il est, dans l'idée de l'auteur, destiné principalement aux étudiants, mais nous sommes convaincu que professeurs et ingénieurs y trouveront aussi à s'instruire. J. B.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes exonérant, à partir du 1er juillet 1910, certaines communes des frais de la distribution des télégrammes, des messages téléphonés et des avis d'appel téléphonique.

Par arrêté en date du 21 juin 1910, le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes a exonéré à partir du 1er juillet 1910, des frais de la distribution des télégrammes, des messages téléphonés et des avis d'appel téléphonique dans le lieu d'arrivée un certain nombre de communes pourvues d'un bureau télégraphique municipal dont l'ouverture a eu lieu à des dates s'échelonnant du 1er décembre 1865 au 4 septembre 1868. (*Voir* la liste au *Journal officiel* du 22 juin 1910.)

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes du 30 juin 1910, fixant les frais de contrôle pour l'année 1910.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique et notamment l'article 18 (3°), portant qu'un règlement d'administration publique déterminera l'organisation du contrôle de la construction et de l'exploitation des distributions d'énergie électrique dont les frais sont à la charge du concessionnaire ou du permissionnaire;

Vu l'article 9 du décret du 17 octobre 1907, organisant ledit contrôle;

Sur la proposition du directeur du personnel et de la comptabilité.

Arrête :

Les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique, établies en vertu de permissions ou de concessions, sont fixés, pour l'année 1910, à 10 fr par kilomètre de ligne pour les distributions soumises au contrôle exclusif de l'État et à 5 fr par kilomètre de ligne pour les distributions soumises au contrôle des municipalités, sous l'autorité du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes.

Paris, le 30 juin 1910.

A. MILLERAND.

(*Journal officiel*, 2 juillet 1910.)

PRÉFECTURE DE LA SEINE.

Avis d'enquête sur une demande en concession du transport et de la distribution jusqu'à Paris de l'énergie électrique provenant de la force motrice du Rhône, à Génissiat (Ain).

Le public est prévenu qu'une enquête sera ouverte, du 1er juillet 1910 au 1er août suivant, sur un projet relatif à une demande en concession du transport et de la distribution, jusqu'à Paris, de l'énergie électrique provenant de la force motrice du Rhône, à Génissiat (Ain), ledit projet comportant, dans le département de la Seine, l'installation de canalisations aériennes sur les territoires des communes d'Alfortville, Créteil, Ivry et Vitry.

En conséquence, un exemplaire du dossier relatif à ce projet sera déposé, pendant le même délai, à la Préfecture de la Seine (bureau des Travaux publics du Département et des Communes), à l'Hôtel de Ville.

Toute personne intéressée est invitée à en prendre connaissance et à consigner ses observations sur le registre qui sera ouvert à cet effet à la Préfecture de la Seine (de 11h à 5h, dimanches et jours fériés exceptés).

Paris, le 21 juin 1910.

Le Sénateur, Préfet de la Seine,
J. DE SELVES.

Par le Préfet :
Le Secrétaire général de la Préfecture,
Armand BERNARD.

(*Bulletin municipal officiel* du 27 juin 1910.)

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société d'éclairage et d'électricité.* Assemblée ordinaire le 12 juillet, 10 h, 172, quai Jemmapes, à Paris.

Énergie électrique du Littoral méditerranéen. Assemblée extraordinaire le 12 juillet, 3 h, 19, rue Blanche, à Paris.

Compagnie générale d'électricité de Lourenço-Marquès. Assemblée ordinaire le 23 juillet, 2 h, 36, rue Tronchet, à Paris.

Société Versaillaise de tramways électriques et de distribution d'énergie. — Du rapport présenté au Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 12 mars 1910, nous extrayons ce qui suit :

	1908.	1909.
Recettes.	fr	fr
Tramways : Recettes du trafic et recettes diverses	543939,63	563941,23
Lumière : Fourniture de courant et recettes diverses	379479,65	415135,35
Total des recettes	923419,28	979076,56
Dépenses.		
Exploitation et administration, y compris redevance municipale, impôts et octrois	621265,14	655605,02
Bénéfice de l'exploitation	302154,14	323471,56

Comme vous le voyez, Messieurs, nos recettes d'exploitation pour les deux services, tramways et lumière, ont augmenté pendant le dernier exercice de 55657fr,30, tandis que les dépenses n'ont augmenté que de 34339fr,88, de sorte que notre bénéfice d'exploitation a augmenté de 21317fr,42.

Distribution d'énergie : Recettes totales.

Années.	Recettes. fr	Augmentation d'une année sur la précédente. pour 100
1900	205019,90	20 »
1901	216389,40	5,55
1902	229889,60	6,25
1903	251211,80	9,3
1904	272149,05	8,3
1905	292147,05	7,4
1906	319598,00	9,4
1907	347054,55	8,6
1908	379479,65	9,3
1909	415135,35	9,4



BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1909.

Actif.

	fr
Immobilisations	4741831,05
Dépôts et cautions	51000,00
Approvisionnements en magasin	145867,88
Débiteurs divers	47009,03
Caisse et Banques	119295,47
Prime de remboursement sur obligations	342000,00
Obligations à émettre	Mémoire.
	5447003,43

Passif.

Capital	2394000,00
Obligations	2485000,00
Obligations non émises	Mémoire.
Réserves et amortissements	76565,14
Créanciers divers	266733,85
Solde du compte Profits et Pertes	224704,44
	5447003,43

Compte général d'Exploitation.

Dépenses générales d'exploitation	655605,02
Balance à compte de Profits et Pertes	323471,55
	979076,58
Recettes des tramways et diverses	563941,23
Recettes d'éclairage et de force motrice	415135,35
	979076,58

Compte de Profits et Pertes.

Service des obligations	111590,00
Solde du compte Intérêts et Divers	2185,27
Balance	224704,44
	338479,71
Report de l'exercice 1908	15008,15
Solde du compte général d'exploitation	323471,56
	338479,71

Adjudication de charbons pour les chemins de fer de l'État belge. — Le 8 juin 1910 il a été procédé, à la Bourse de Bruxelles, à l'adjudication publique de 100 lots de 5200 tonnes de menus, soit 520000 tonnes. Les charbons menus doivent être notamment : charbons menus pour foyers dits demi-gras, quart-gras ou maigres, propres à l'alimentation des locomotives de l'État.

Les résultats de l'adjudication sont les suivants :

	Charleroi. Lots.	Francs.
Menus demi-gras (type IV).	2	à 12,86 (¹)
	5	» 12,90
	10	» 12,95 (¹)
	6	» 13,08 (¹)
	6	» 13,10 (¹)
	8	» 13,12 (¹)
	45	» 13,25 (²)
	12 ½	» 13,30 (³)
	2	» 13,40
	26	» 13,45 (¹)
	8	» 13,50
	5	» 13,80 (¹)
	15 ½	» 14 »
	1	» 14,25

(¹) Soumissions étrangères.
(²) Dont 29 soumissions étrangères.
(³) Dont 10 soumissions étrangères.

	Charleroi. Lots.	Francs.
Menus maigres (type II).	1	» 10 »
	2	» 10,45
	1	» 10,70
	2	» 10,90 (¹)
	1	» 11 » (¹)
	1 ½	» 11,20
	1 ½	» 11,30
	2	» 11,40
	26	» 11,50
Menus demi-gras (type III).	6	» 12,25
	8	» 13 »

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France (²). — N° 880. — *Norvège.* — Commerce extérieur de la Norvège en 1908.

N° 881. *Espagne.* — Iles Canaries : Production. Exportation. Importation. Navigation.

N° 883. *Russie.* — Activité commerciale d'Odessa et de la Russie méridionale en 1909.

N° 884. *Pays-Bas.* — Mouvement commercial du port d'Amsterdam en 1908-1909.

N° 885. *Espagne.* — Le port de Barcelone. Ses règlements particuliers. Son commerce. Part de la navigation française.

N° 886. *Maroc.* — Exportation. Importation et navigation de Mazagan en 1909.

CONGRÈS, CONCOURS, ETC.

Congrès de Toulouse de l'Association française pour l'avancement des Sciences. — Ainsi que nous l'avons antérieurement annoncé, le Congrès annuel de l'Association française pour l'avancement des Sciences aura lieu cette année à Toulouse, du lundi 1er août au samedi 6 août. Il se terminera par une excursion à Barcelone du 7 au 11 août; pendant le Congrès aura lieu une excursion à Carcassonne, ainsi d'ailleurs que diverses visites industrielles.

La section du Génie civil et militaire, présidée par M. Levesque, ingénieur en chef des Canaux, a mis à l'ordre du jour de ses travaux :

1° Développement et perfectionnement de l'outillage des chantiers de travaux publics ou privés; rapporteur, M. Jacquinot, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées;

2° Raccordement entre les chemins de fer et les voies de navigation intérieure;

3° Utilisation des sources naturelles d'énergie de la région et application de l'électricité : *a*, à l'exploitation des chemins de fer; *b*, aux exploitations de mines et à l'industrie métallurgique; *c*, aux exploitations agricoles.

La section de Physique, présidée par M. Mathias, professeur à la Faculté des Sciences, a mis à son ordre du jour la discussion des rapports suivants :

1° Sur les étalons photométriques; rapporteur, M. Camiche;

2° Sur la multiplicité des harmoniques des corps vibrants; rapporteurs, MM. Sizes et Massol.

(¹) Soumissions étrangères.
(²) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Indutries électriques, 9, rue d'Édimbourg.

3° Les courants de haute fréquence non amortis leur production et leur utilisation tant en médecine qu'en télégraphie sans fil; rapporteur, M. André Broca.

Ce dernier rapport sera discuté également par la section d'Électricité médicale qui a mis à l'ordre du jour de ses séances la discussion de six autres rapports concernant l'application de l'électricité à la médecine.

Comme on le voit, la science électrique et ses applications tiendront une large place dans les travaux du Congrès. La dernière des questions mises à l'ordre du jour par la section du Génie civil est particulièrement intéressante par suite de la situation de Toulouse par rapport aux nombreuses chutes d'eau des Pyrénées, chutes dont l'exploitation commence à être entreprise sur une grande échelle.

Exposition de la Société des Ingénieurs civils. — Ainsi que nous l'avons antérieurement annoncé cette exposition a eu lieu dans la grande salle de l'Hôtel des Ingénieurs civils, du 29 juin au 1er juillet. Un grand nombre d'exposants y avaient envoyé des plans de travaux exécutés par eux; d'autres, mais en petit nombre, présentaient des modèles de divers appareils.

La section des Industries électriques comprenait une quinzaine de stands, parmi lesquels nous citerons ceux des maisons Carpentier, Richard, Schneider et des sociétés Gramme, l'Éclairage électrique, Genteur, Alsacienne, etc. Dans quelques-uns de ces stands, nous avons rencontré des appareils, sinon nouveaux, du moins intéressants et sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir.

Pour le moment, signalons seulement les décorations lumineuses installées, les unes par la Compagnie française des Perles électriques Weissmann, les autres par la Compagnie générale des Travaux d'Éclairage et de Force. Les perles électriques Weissmann sont bien connues de nos lecteurs; quant aux motifs de décoration lumineuse de la Compagnie des Travaux d'Éclairage et de Force, ils sont formés de lampes à incandescence cylindriques à un seul filament axial montées par groupes en série de manière à former des guirlandes.

INFORMATIONS DIVERSES.

Applications mécaniques. — SAUVETAGE D'UNE CARGAISON DE FER AU MOYEN D'UN ÉLECTRO-AIMANT. — Lors des travaux de renflouement du *Pluviose*, quelques personnes ont pensé à utiliser l'électro-aimant dans les opérations du même genre. L'*Electrical World* du 14 avril signale une application analogue.

Un navire portant une cargaison de 1500 tonnes de clous, de crochets, de ronce métallique, etc., ayant sombré à la Nouvelle-Orléans, en un point du Mississipi où le fleuve est trop profond pour permettre un travail prolongé des scaphandriers, on a sauvé la majeure partie de cette cargaison, en se servant d'un électro-aimant de levage attaché au crochet d'une grue flottante, que l'on descendait à la profondeur voulue, où il était simplement guidé par les scaphandriers. Le navire s'était coupé en deux par le milieu, au moment du naufrage, de sorte que la cargaison était facilement accessible. Le poids de la charge enlevé en une fois, par l'électro-aimant, dépassait souvent 300 kg; elle était quelquefois composée de paquets de clous débarrassés de leur enveloppe, mais conservant néanmoins la forme de cette enveloppe. Pour faciliter la chute des matériaux repêchés, au moment où l'aimant arrivait au-dessus de la coque de la grue, il fallait non seulement interrompre le courant d'excitation de cet aimant, mais encore renverser le sens de ce courant pendant un instant, pour détruire le magnétisme rémanent.

Traction. — CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE A COURANT ALTERNATIF DE 15 PÉRIODES EN CALIFORNIE. — L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* signale l'existence, en Californie, d'un chemin de fer électrique de 35 km qui emploie du courant monophasé à 15 périodes et sous 3300 volts. Il s'agit de la section, située entre Visalia et Lemon, de la voie ferrée du Sud-Pacifique. L'énergie est fournie, sous 30000 volts et à 60 périodes, par une usine hydraulico-électrique et conduite à une station de convertisseurs située à mi-chemin du parcours électriquement desservi. Cette énergie a sa tension abaissée, par 6 transformateurs à 2200 volts et elle est convertie, par 2 moteurs-générateurs synchrones de 350 kw, en courant monophasé sous 11000 volts et à 15 périodes. Dans deux sous-stations éloignées de 12 km, la tension est abaissée à 3300 volts. Le matériel roulant se compose : d'une locomotive Baldwin-Westinghouse, du poids de 47 tonnes, portant 4 moteurs-série compensés de 125 chevaux, de 4 voitures automotrices de 4 tonnes portant chacune 4 moteurs à 75 chevaux; et enfin de 2 voitures d'attelage de 28 tonnes. La locomotive, en développant un effort de traction de 4500 kg, parcourt environ 30 km à l'heure; elle peut remorquer, en terrain plat, un train de 1000 tonnes. La consommation de courant d'après la moyenne qu'ont donnée 40 jours d'observation, est par tonne kilométrique de 40 watts-heure pour la locomotive et de 35 watts-heure pour chacune des voitures automotrices.

Électrochimie. — USINE D'ÉCLAIRAGE PAR L'ACÉTYLÈNE, A PLATTEN (BOHÊME). — L'éclairage collectif par l'acétylène, sans faire des progrès très importants, se répand toutefois dans certains pays. La municipalité de Platten a récemment décidé l'installation d'une usine centrale de production d'acétylène. Le gaz doit être fourni à raison de 2,80 fr le mètre cube pour la consommation privée, 2,40 fr le mètre cube pour l'éclairage public et 1,68 fr pour l'alimentation des moteurs. Un autre mode de tarification prévu est le suivant : 0,42 fr par heure et par bec de 60 bougies, 0,28 fr par heure et bec de 40 bougies, 0,14 fr pour un bec de 20 bougies.

AVIS.



Tome XIV. **N° 158. — 30 juillet 1910.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

En décrivant le **régulateur automatique Routin** dans le numéro du 15 mars dernier, M. T. Pausert indiquait quelques-unes des nombreuses applications que peut recevoir cet intéressant appareil; une application était d'ailleurs donnée avec quelque détail dans ce même numéro : celle du réglage de la vitesse d'un laminoir de la Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul Girod.

Une nouvelle application de ce régulateur est décrite par M. Bergeon, pages 50 à 54 de ce numéro. Comme on le verra, il s'agissait de régler la marche de machines à vapeur actionnant des alternateurs mis en parallèle avec le réseau de la Société hydraulique de Fure et Morge et de Vizille, réseau qui, normalement, alimente les papeteries de Rives en force motrice. L'installation, réalisée d'après les plans de M. Langlois, directeur de ces papeteries, a donné complète satisfaction et a permis de ne prendre du réseau de Fure et Morge que la puissance maximum de 500 chevaux prévue par l'abonnement forfaitaire, le supplément de puissance requis à certains moments étant fourni par deux groupes électrogènes distants de 900 m, réglés par un régulateur Routin.

Dans le précédent numéro étaient décrites les installations de production de vapeur de l'importante **station centrale de Greenwich.** Dans celui-ci on trouvera (p. 54 à 61) quelques renseignements sur les groupes générateurs à pistons de 3500 kilowatts et les groupes à turbines de 5000 kilowatts de cette station, ainsi que sur les installations de distribution. On verra aussi que le prix d'établissement des 34000 kilowatts actuellement installés a atteint 20 millions environ, soit un peu moins de 600 fr par kilowatt. Les frais d'exploitation sont un peu inférieurs à 0,035 fr par kilowatt-heure.

***

Dans l'article sur les **mesures électriques au moyen de transformateurs d'intensité et de potentiel,** analysé pages 66 et suivantes, M. L.-T. Robinson expose les raisons qui rendent nécessaires certaines corrections dans l'emploi des transformateurs de mesure.

On sait que le rapport de transformation varie avec la charge et ne peut être considéré pratiquement comme constant qu'entre certaines limites. D'autre part, le déphasage entre le courant primaire et le courant secondaire est un peu différent de 180° et varie aussi un peu avec la charge; or ce déphasage influe sur les indications des wattmètres et des compteurs. Il y a donc deux causes d'erreurs.

L'auteur indique ensuite l'ordre de grandeur des corrections qu'il convient de faire et expose les meilleures méthodes pour en déterminer la valeur.

Le **galvanomètre Hartmann et Braun,** décrit page 71, présente quelques particularités de construction qui en font un appareil portatif dont la sensibilité peut rivaliser avec les appareils de laboratoire.

***

Ceux de nos lecteurs qui se rendront à l'**Exposition de Bruxelles** trouveront dans l'article de M. Steels (p. 72 à 79) un guide qui leur facilitera la visite des nombreux stands qui intéressent les électriciens.

J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : 276-35.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU) ; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

QUATORZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

QUATORZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

CHANGEMENT DE DOMICILE.

Nous rappelons à Messieurs les Membres adhérents, ainsi qu'aux personnes en relations avec notre Syndicat, que le siège social et les bureaux du secrétariat sont transférés, depuis le 1er juillet 1910,

rue d'Édimbourg, n° 9 (au rez-de-chaussée).

Prière d'y adresser toutes correspondances et toutes communications concernant le Syndicat.

AVIS.

Pendant le mois d'août les bureaux du Syndicat seront ouverts *seulement* de 2h à 4h de l'après-midi.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 5 juillet 1910.

Présidence de M. C. Zetter.

La séance est ouverte à 2 h 25 m.

Sont présents : MM. André, Bancelin, J.-M. Berne, Brunswick, A. Cance, C. Chateau, Chaussenot, Gaudet. Grosselin, Guittard, Lecomte, Legouëz, Lévêque, G.-B. de la Mathe, G. Meyer, M. Meyer, Meyer-May, Minvielle, Roche-Grandjean, Sauvage, Ch. Tournaire, Zetter.

Se sont excusés : MM. Eschwège, Guillain, Leclanché, Portevin, Routin, Tourtay.

— *La Revue électrique* du 30 juin n'ayant pas encore été mise en distribution, l'approbation du procès-verbal de la séance du 7 juin est remise à la prochaine séance.

NÉCROLOGIE. — M. le Président présente toutes les condoléances de la Chambre à notre ancien Président M. Meyer-May qui vient d'avoir la douleur de perdre son beau-père et dont l'un des cousins et le fils de celui-ci avaient, quelques jours auparavant, trouvé la mort dans l'accident de Villepreux.

M. Meyer-May remercie ses collègues de cette marque de sympathie dont il est vivement touché.

ADMISSIONS. — Sont admis dans le Syndicat professionnel des Industries électriques au titre d'adhérents en nom personnel, inscrits dans la 7e section professionnelle :

Sur la présentation de MM. Roger et Ch. Tournaire, M. GRUYELLE (Henri), industriel, 152, Grande Route, à Loos-les-Lille (Nord);

Sur la présentation de MM. Gaudet et Weis, M. MARTIN (Charles), représentant de la Société « L'Eclairage électrique », 15, allées Damour, à Bordeaux (Gironde);

Sur la présentation de MM. Zetter et Lyonnet, M. MORGENROTT, administrateur de la Société anonyme « Le Téléphone privé », 18, 20, faubourg du Temple, à Paris.

CORRESPONDANCE. — La Chambre syndicale reçoit communication de la correspondance suivante :

— Ministère du Travail. Questionnaire relatif à la situation ouvrière.

— Association des petits fabricants et industriels français. Demande d'attirer l'attention des adhérents sur l'intérêt que présente le Concours Lépine pour ceux d'entre eux qui auraient créé des articles nouveaux pouvant y prendre part.

— Caisse syndicale d'Assurance mutuelle des Forges de France contre les accidents de travail. Communique statuts, renseignements et compte rendu d'Assemblée générale de cette Mutuelle contre les accidents du travail.

— Comité central d'Etudes et de Défense fiscale :

a. Lettre signalant le projet de loi contre le marchandage, faisant part des démarches faites auprès de la Commission sénatoriale qui l'étudie et demandant que notre Syndicat appuye son action;

b. Circulaire relative à l'inquisition fiscale résultant, pour les professions industrielles et commerciales, du projet d'impôt sur le revenu.



— Association française pour la protection de la propriété industrielle. Convocation à l'Assemblée générale statutaire.

— Lettres d'adhérents signalant les conditions bizarres édictées par le Cahier des charges d'une adjudication dépendant du Ministère de la Guerre et demandant l'intervention du Syndicat pour les faire modifier.

M. le Président indique que le nécessaire a été fait de suite.

— Circulaire relative à la création d'un Comptoir central pour le groupement des expéditions; et lettre demandant entretien pour présenter des explications complémentaires.

— Le Président de la Chambre de Commerce de Paris, communique la liste des experts en douane en demandant s'il y a des changements à y apporter.

Après examen, la Chambre maintient la liste présentée pour 1910 en y ajoutant un de ses membres qui, par erreur, n'y figure pas.

— Directeur de l'École Bréguet. Sollicite des récompenses pour remettre aux élèves à la distribution du 12 juillet.

La Chambre décide de mettre à la disposition du Directeur deux médailles de bronze du Syndicat qui devront être décernées, sous le nom de Prix du Syndicat, aux élèves les plus méritants, sortant de l'École avec leur diplôme.

— Lettre d'un adhérent demandant d'intervenir dans une affaire de vente à prix réduit à des consommateurs.

La Chambre, conformément aux décisions prises antérieurement, estime qu'elle ne peut intervenir dans des questions de vente et de tarif qui sont d'ordre commercial privé et en dehors de son action.

Union des Syndicats de l'Électricité. — M. le Président rend compte de la séance tenue par le Comité de l'Union le 1er juin 1910.

Le procès-verbal en sera publié dans *La Revue électrique* du 30 juillet.

— M. le Président communique à la Chambre l'état des négociations en cours avec l'éditeur pour le renouvellement du traité relatif à *La Revue électrique* avec amélioration du service et augmentation du nombre de pages.

La Chambre, après examen, indique au Président les modifications qu'elle estime possibles en vue de faciliter l'entente et lui donne tout pouvoir pour traiter au mieux des intérêts du Syndicat.

Comité central des Chambres syndicales. — M. Meyer-May rend compte de la dernière réunion du Comité central.

Préparation des élections a la Chambre de Commerce. — La Chambre, après avoir entendu les explications qui lui sont données par M. Meyer-May, délégué au Comité préparatiore des élections consulaires, sur la situation dans laquelle se présentent les élections de cette année à la Chambre de Commerce, approuve à l'unanimité la candidature de M. Legouëz, l'un de ses vice-présidents, qui lui est présentée, et charge M. le Président et M. Meyer-May de prendre les dispositions nécessaires en vue de lui assurer l'appui de tous les groupements auxquels notre Syndicat est affilié.

Projet de vocabulaire électrotechnique. — M. le Président indique que le premier fascicule du projet de vocabulaire électrotechique a été renvoyé à l'examen des sections professionnelles qui s'en occupent actuellement.

Questionnaire relatif aux traversées de chemins de fer. — Ce questionnaire a été mis à l'étude dans les sections professionnelles.

Secours aux familles d'ouvriers éprouvées par les inondations. — M. le Président signale que le généreux adhérent qui avait mis à la disposition de la Chambre un fonds de secours, pour les familles d'ouvriers des établissements adhérents, éprouvées par les inondations, avisé par lui qu'il restait un reliquat disponible, l'a aussitôt informé qu'il laissait ce solde à la disposition de la Chambre pour secourir des infortunes dignes d'intérêt survenant à des personnes adhérentes ou ayant été adhérentes à notre Syndicat.

La Chambre charge son Président d'adresser au donateur ses plus vifs remercîments et décide que le Bureau sera chargé de l'examen des demandes et de la répartition des secours auxquels ce fonds spécial est affecté.

Installation de la Chambre dans le nouveau local. — M. le Président fait remarquer à la Chambre que, pour la première fois, elle se réunit au nouveau siège social et signale que plusieurs membres ont bien voulu contribuer à l'installation par des dons en nature.

La Chambre adresse ses remercîments aux généreux donateurs : MM. Cance pére et fils, Guinier, M. Meyer (Compagnie générale de Travaux d'éclairage et de force), Meyer-May (Société industrielle des Téléphones), Mildé Minvielle (Mildé fils et Cie), Routin (Grammont), Sartiaux (Services électriques du Chemin de fer du Nord), Buffet (Secteur de la Place Clichy), Zetter (Appareillage électrique Grivolas), et ses compliments à son président à la Commission composée de MM. Meyer-May, Sartiaux, Sciama, chargée de l'organisation et de l'aménagement des nouveaux locaux. Les locaux répondant bien aux besoins du Syndicat et à l'importance qu'il a acquise dans le monde industriel.

Diner du 29 juin 1910. — M. le Président rappelle que, conformément à la décision prise à la dernière séance, un diner amical a eu lieu le 29 juin dans les salons du restaurant Ledoyen, avenue des Champs-Elysées.

M. le Ministre du Commerce, désireux de donner un témoignage de l'intérêt qu'il porte à notre Association, a bien voulu se faire représenter par un délégué, malgré l'époque tardive qui avait déjà éloigné de Paris beaucoup de nos adhérents, plusieurs de nos anciens présidents et de nombreux membres du Syndicat étaient réunis pour fêter les lauréats qui avaient été invités.

En quelques mots charmants, notre ancien Président, M. Harlé, rappelant les débuts de notre Syndicat et constatant l'importance qu'il a acquise, a fait des souhaits pour la continuation de sa prospérité et l'extension de son influence.

Après une allocution du président du Syndicat et la réponse de M. le Délégué du Ministre, qui a signalé combien le Ministre attachait d'importance à tous les travaux de notre Syndicat. Celui-ci a distribué les diverses récompenses accordées au personnel de nos adhérents et comprenant des médailles d'honneur du

travail, au nombre de 14; trois médailles de la Société républicaine des Conférences populaires; enfin, 30 médailles d'argent et 60 médailles de bronze, créées récemment par le Syndicat.

La Chambre félicite le président de la bonne organisation de cette fête qui a eu un succès réel auprès de tous ceux qui y ont assisté, invités et membres du Syndicat; elle charge son président d'adresser des remercîments à M. le Ministre et à son délégué.

L'allocution prononcée au dîner par le président ainsi que la liste détaillée des récompenses sont publiées ci-après.

Plusieurs membres de la Chambre, après avoir admiré les médailles, demandent s'il ne serait pas possible d'en acquérir.

La Chambre, après examen de la question, décide que des médailles de bronze pourront être cédées aux membres adhérents qui en feront la demande, à raison d'une par adhérent et moyennant payement. Ces médailles ne devront pas être cédées à des tiers et porteront une marque particulière afin qu'il n'y ait pas confusion avec celles qui sont décernées comme récompense par le Syndicat.

Les membres qui désireront recevoir une médaille en aviseront le Secrétaire général, chargé de centraliser les demandes.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 3 h 40 m.

Le Secrétaire général, H. CHAUSSENOT. — *Le Président,* C. ZETTER.

Diner du 29 juin 1910.

A cette réunion amicale assistaient :

M. Sornay, représentant de M. le Ministre.

MM. Harlé et Javaux, anciens présidents;
Zetter, président;
Grosselin, Legouëz et M. Meyer, vice-présidents;
Larnaude, trésorier;
Minvielle et Sauvage, secrétaires;
Chaussenot, secrétaire général.

Membres du Syndicat : MM. Barbou, Beautier, Boussard, Bret, Brion, Brunswick, Busson, Caillet, Cance, Château, Chéneaux, Ducretet, Egnell, Espir, Eschwège, Gaudet, Guérin, Guittard, Hamm, Harlé fils, Illyne-Berline, Jung, Lacaze, Leclanché, Levêque, L. Mascart, G. Meyer, Mildé fils, Mizery, Morel-Petsche, Pornon, Rechmowski, J. Richard, Robert, Roche-Granjean, Roger, Roux, Sailly, Schwarberg, Tournaire, Tainturier, Viarme.

Invités : MM. Courtois, Gruyelle, Vuillemmin, Auburtin, Beaujard, Bargoin, Ballot, Bernhardt, Caillet, Caradant, Catel, Cassard, Duhayon, Dinouart, Faure, Henry, Honoré, Houdion, Jullien, Lanneluc, Langlois, Lanery, Lecrit, Martin, Mlle Menault, Pithois, Razillard, Robert, Régnier, Sermchon, Steinmann, Tournaire, Thourier, Vaudemborre, Verneret.

S'étaient excusés :

MM. Guillain, président de l'Union des Syndicats de l'Électricité ; G. Menier, membre d'honneur du Syndicat; F. Meyer, Meyer May, Ch. Mildé, Sartiaux et Sciama, anciens présidents; Alliot, Armet, Arnoux, Bancelin, Berne, Conrad, Cordier, Davin, Ducastel, Dinin, Doignon, Gaiffe, Gardy, Genteur, Geoffroy, Getting, Gibert, Guinier, Heitz, Helmer, Hergott, Richal Heller, Le Blanc, Lorin, Maljournal, L. Mathieu, de la Mathe, Pacini, Poitevin, Portevin, Robard, Ronquier, Routin, Saglier, Seguin, Serrin, Silva, Suter, Thevenard, Thouvenot, Tricoche, Ullmann, de la Ville-le-Roulx, Verièle, Weiss, Weissmann, Ziegler, etc., membres du Syndicat.

Allocution prononcée par M. Zetter, président du Syndicat.

MONSIEUR LE DÉLÉGUÉ DU MINISTRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE,
MESSIEURS LES ANCIENS PRÉSIDENTS DU SYNDICAT,
MES CHERS COLLÈGUES ET COLLABORATEURS,

Pour la première fois cette année, le banquet de l'Union des Syndicats de l'Électricité n'a pu avoir lieu.

Depuis le mois de mai nous comptions toujours voir la santé de notre sympathique président de l'Union, M. Guillain, se rétablir; mais son état ne s'améliorant pas suffisamment, il nous a été impossible de réunir les différents groupements de nos indutries.

Nous le regrettons bien vivement, pour notre président d'abord, qui dirige avec sa grande compétence nos débats; pour nos groupements ensuite qui, le jour de ce banquet, trouvent dans cette réunion une consécration officielle des pouvoirs publics, rehaussant par leur présence nos travaux, ainsi que leurs résultats si appréciés dans toute l'industrie électrique.

Permettez-moi donc avant tout, Messieurs, d'adresser à M. Guillain, président de l'Union, nos vœux les plus sincères pour son prochain retour à la santé : vœux syndicaux, d'une part, et pour tous ceux qui le connaissent, vœux de sympathie personnelle.

Pourtant, nous avons pensé, Messieurs, qu'en invitant à participer à cette réunion intime les adhérents de notre Syndicat professionnel des Industries électriques, nous ferions une œuvre utile et agréable à tous, car l'importance de notre groupement se fait de plus en plus sentir, le problème industriel devenant de plus en plus difficile et complexe.

Ce dîner, auquel nous vous avons conviés aujourd'hui, permet de mieux nous connaître encore, de mieux nous apprécier les uns les autres, et nous remercions très vivement M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie d'avoir eu l'amabilité de nous déléguer M. Sornay, son représentant, dont la présence nous flatte beaucoup, apportant au milieu de nous l'appui moral et effectif du Gouvernement.

M. le Sénateur Gaston Menier, membre d'honneur du Syndicat, nous a exprimé ses regrets de ne pouvoir présider ce soir ce dîner, comme nous l'espérions.

Nous avons encore d'autres excuses d'un certain nombre de nos adhérents et je vous citerai entre autres celles de nos anciens présidents :

M. Sartiaux, appelé à Bruxelles, et qui regrette beaucoup de ne pouvoir être des nôtres;

M. Sciama, empêché, et M. Mildé, légèrement souffrant.



MM. Carpentier, Ferdinand Meyer et Postel-Vinay s'excusent également.

M. Meyer-May, qui m'informe ce matin qu'un deuil subit vient de le frapper, et me fait part de tous ses regrets de ne pouvoir assister à cette petite fête de famille.

Nous exprimons, en cette circonstance, à M. Meyer-May tous nos sentiments de sympathie et de vives condoléances.

Nous aurions été très heureux de voir ce soir notre nombre s'augmenter de tous ceux qui considèrent cette réunion comme un arrêt, un repos, venant s'intercaler dans notre vie fiévreuse industrielle de tous les jours.

Quel pas de géant n'a-t-elle pas franchi, cette industrie, depuis 30 ans !

En 1881, l'Exposition française de l'Électricité, au Palais de l'Industrie, organisée par Antoine Bréguet, notre premier président, donne l'essor à notre nouvelle science.

Depuis, elle a fait le tour du monde, elle a marché de progrès en progrès, elle a transformé l'industrie; que dis-je, l'existence humaine tout entière. Et, si notre Syndicat jette un regard derrière lui, il pourra dire, non sans fierté : « Et nous aussi, nous étions là, sur la brèche, apportant notre pierre à cet édifice, si puissamment constitué aujourd'hui. »

Et nous y sommes encore sur cette brèche.

La foudre, par ses effets brutaux, apparaissait aux siècles passés comme une force inconnue; c'était une puissance sauvage, indomptable.

Aujourd'hui le génie de l'homme l'engendre à sa volonté la canalise et la transforme à son gré, en application et utilisation industrielles, pour le plus grand bien de tous.

Mais, dans cette grande œuvre, combien des nôtres ont succombé ! La liste en serait trop longue pour les citer tous.

Je rappellerai les derniers qui viennent de disparaître : Mascart, Hippolyte Fontaine.

Ils restent comme des rayons lumineux qui éclairent le chemin tracé et ouvert à nous tous qui poursuivons leurs grands travaux.

Notre groupement est une force utile et nécessaire. Il est le lien entre toutes les industries électriques.

Nos anciens présidents ont montré que jamais on ne s'adressait en vain à notre Syndicat.

Par leur inlassable travail, ils se sont fait écouter avec bienveillance par les Pouvoirs publics, toujours prêts à accueillir les vœux de notre groupement.

Chacun de vous, Messieurs et chers Collègues, vous apportez journellement votre temps et votre précieux savoir à notre œuvre commune, qui intéresse le pays tout entier.

Mais il en est d'autres encore qui participent depuis de longues années à notre tâche journalière. Ils sont nombreux ceux-là. Leurs noms, c'est le travail, c'est la probité, c'est l'amour de son prochain.

Ils nous l'ont prouvé en nous consacrant tant d'années de labeur, en prenant part à nos joies et à nos peines, en s'incarnant dans notre existence.

Lorsqu'ils parlent de la maison dans laquelle ils occupent un poste, ils disent : « Ma maison ». Et n'ont-ils pas cent fois raison. Ne sont-ils pas eux aussi un des rouages des plus importants et des plus intelligents de cette branche de l'industrie : l'électricité; et ne sommes-nous pas les premiers à reconnaître les grands services qu'ils nous rendent chaque jour.

M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie nous fait l'honneur de reconnaître les services rendus par vous, qui avez 30 années de service dans un même établissement, en vous faisant remettre par M. Sornay, son délégué, les médailles d'honneur du travail, et à tous nous vous adressons toutes nos plus chaleureuses félicitations.

D'autre part, notre Syndicat, voulant reconnaître le travail et le mérite de nos dévoués collaborateurs, vient de créer cette année la Médaille du Syndicat professionnel des Industries électriques, pour les employés et ouvriers ayant un minimum de 15 à 20 ans de service ininterrompus dans une même maison.

Cette médaille symbolise sur sa face l'effet brutal de la foudre dont je vous parlais tout à l'heure, et sur le revers elle montre comment l'intelligence de l'homme a créé et canalisé cette force.

Les médailles d'argent vont être distribuées ici; celles de bronze, dont la liste va être également lue, seront envoyées aux lauréats par les soins des chefs de leur établissement.

A tous, nous leur adressons nos plus sincères compliments, car cette médaille est le précurseur de la médaille d'honneur du travail qui un jour leur sera attribuée.

Enfin, dans notre Syndicat, certains d'entre nos adhérents consacrent leur temps à l'instruction professionnelle des jeunes gens. Ils comprennent qu'ils forment ainsi l'esprit des jeunes à se modeler aux progrès de notre industrie.

C'est une semence féconde qu'ils sèment ainsi parmi nos futurs collaborateurs, contribuant par là au développement du programme de l'instruction des apprentis qui peu à peu prend une consistance de plus en plus grande dans notre milieu industriel.

Reconnaissante de leurs efforts, la Société républicaine des Conférences populaires nous a remis des diplômes d'honneur avec médailles d'argent que nous serons heureux de voir attribuer tout à l'heure à certains de nos adhérents qui tous ont la sympathie universelle de notre Syndicat.

Je n'ai plus qu'un mot à dire, c'est celui que j'ai prononcé en prenant la présidence du Syndicat, que vous m'avez fait le grand honneur de me confier : « C'est par le travail et l'abnégation de lui-même que l'homme a réalisé, réalise et réalisera toujours les plus grands progrès de nos industries nationales. »

Je lève donc mon verre, Messieurs, à la prospérité de l'industrie électrique, qui est assurée par le grand et puissant triumvirat qui s'appelle : les Pouvoirs publics, nos groupements syndicaux, et nos précieux collaborateurs si bien représentés ici. (*Vifs applaudissements.*)

Liste des récompenses distribuées le 29 juin 1910.

1° MÉDAILLES D'HONNEUR DU TRAVAIL.

Ces médailles d'honneur ont été décernées par M. le Ministre du Commerce, sur la demande de leurs patrons, aux employés et ouvriers particulièrement méritants et



ayant accompli 30 années de services ininterrompus dans le même établissement.

Noms et prénoms.	Durée de service.	Désignation des établissements.
Bernhardt (Louis).	31 ans.	Maison Bréguet.
Langlois (Albert).	30 ans.	»
Boulanger (Emma).	30 ans.	MM. Geoffroy et Delore.
Boulanger (Jules).	36 ans.	»
Thourier (Alphonse).	31 ans.	M. Ch. Guérin.
Steinmann (Jean).	30 ans.	MM. Harlé et Cie.
Ballot (Louis).	32 ans.	MM. Ch. Mildé fils et Cie.
Verneret (Rieul).	30 ans.	M. J. Richard.
Auburtin (Antoine).	30 ans.	Société d'Électricité Mors.
Catel (Eugène).	30 ans.	Société industrielle des Téléphones.
Caradant (Jean).	30 ans.	»
Menault (Honorine).	30 ans.	»
Pithois (Jules).	30 ans.	»
Houdion (Charles).	30 ans.	Société « L'Éclairage électrique ».

2° DIPLOMES D'HONNEUR AVEC MÉDAILLES D'ARGENT DE LA SOCIÉTÉ RÉPUBLICAINE DES CONFÉRENCES POPULAIRES.

Ces médailles sont décernées aux personnes qui ont apporté leur concours à l'œuvre, notamment par des conférences dans les cours professionnels gratuits.

MM. Cance (Albert), Ingénieur des Arts et Manufactures.
Courtois (Gabriel), »
Robert (Alexandre), »

3° MÉDAILLES D'ARGENT DU SYNDICAT.

La Médaille d'argent du Syndicat est décernée, sur la proposition de leurs patrons, aux employés et ouvriers français ou naturalisés français des deux sexes, qui, comptant au moins 15 années de services ininterrompus dans le même établissement adhérent et chez le même adhérent en nom personnel, ont rendu des services à l'industrie électrique.

Noms et prénoms.	Durée de service.	Désignation des établissements.
Bargoin (Thaurin).	23 ans.	Appareillage électrique Grivolas.
Lanéry (Paul).	19 ans.	»
Martin (Ernest).	21 ans.	»
Régnier (Eugène).	17 ans.	»
Colin (Léopold).	25 ans.	MM. Cance et fils et Cie.
Cassard (René).	20 ans.	MM. Mildé fils et Cie.
Jullien (Raoul).	21 ans.	»
Tourniaire (Joseph).	20 ans.	»
Arnoult (Auguste).	21 ans.	M. A. Pacini.
Thomas (Louis),	21 ans.	M. H. Portevin.
Faure (Alfred).	20 ans.	M J. Richard.
Honoré (Émile).	20 ans.	»
Perrin (Paul).	16 ans.	»
Hechinger (Adolphe).	20 ans.	Société Alsacienne de Constructions mécaniques.
Lacour (Louis).	28 ans.	»
Lanneluc (Alfred).	19 ans.	Société des Établissements Henry-Lepaute.
Beaujard (Jean).	29 ans.	Société industrielle des Téléphones.
Bertolotti (Louis).	24 ans.	»
Dinouart (Marie).	27 ans.	»
Duhayon (Narcisse).	23 ans.	»
Lécrit (Philippe).	28 ans.	Soc. industr. des Téléphones.
Razillard (Jésus).	29 ans.	»
Rébert (Laurent).	26 ans.	»
Vandemborre (Paul).	29 ans	»
Bergeon (Eugénie).	18 ans.	Société de Matériel téléphonique.
Joniot (Gaston).	18 ans.	»
Mallet (Paul).	17 ans.	»
Millet (Othon).	17 ans.	»
Vaucard (Louis).	24 ans.	M. A. Tricoche, à Bordeaux.
Chaumet (Louis).	22 ans.	M. J. Ullmann.

4° MÉDAILLES DE BRONZE DU SYNDICAT.

La médaille de bronze du Syndicat est décernée, sur la proposition de leurs patrons, aux employés et ouvriers français ou naturalisés français des deux sexes, qui comptent 20 années de services ininterrompus dans le même établissement adhérent ou chez le même adhérent en nom personnel.

Noms et prénoms.	Durée de service.	Désignation des établissements.
Dupré (Eugène).	21 ans.	Anciens Établissements Houry et Filleul-Brohy.
Stritt (Désiré).	29 ans.	»
Blumberg (Nathan).	22 ans	Appareillage électrique Grivolas.
Dourbecker (Henri).	22 ans.	»
Étienney (Louis).	21 ans.	»
Piette (Louis).	23 ans.	»
Taris (Jean).	20 ans.	»
Vigé (Louis).	23 ans.	»
Mayor (Charles).	23 ans.	MM. Cance et fils et Cie.
Petit (Louis).	21 ans	»
Costes (Jean).	27 ans.	Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.
Guillaumond (François).	21 ans.	»
Labre (Ernest).	30 ans.	»
Naudin (Jean).	21 ans.	»
Peyrot (Gustave).	20 ans.	»
Vorlbac (Eugène).	29 ans.	»
Chapelière (François).	27 ans.	Compagnie générale de Travaux d'éclairage et de force.
Balteau (Auguste).	23 ans.	Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.
Billard (Alexandre).	28 ans.	»
Boyenval (Ernest).	20 ans.	»
Carriat (Gabriel).	20 ans.	»
Cartier (Charles).	20 ans.	»
Cave (Jacques).	28 ans.	»
Hugard (Ernest).	23 ans.	»
Laporte (Eugène).	23 ans.	»
Pingault (Michel).	30 ans.	»
Richy (Jules).	24 ans.	»
Goureau (Léon).	22 ans.	M. G. Gaiffe.
Vannostal (Louis).	25 ans	»
Berroyer (Henri).	20 ans.	MM. Mildé fils et Cie
Chaube (Eugène).	21 ans.	»
Jovet (Alfred).	20 ans.	»
Merger (Paul),	27 ans.	»
Bouteiller (Émile).	23 ans.	M. J. Richard.
Brunin (Adrien).	24 ans.	»
Cattin (Louis).	24 ans.	»

Noms et prénoms.	Durée de service	Désignation des établissements.
Descaves (Justin).	21 ans.	M. J. Richard.
Gilbert (Antonia).	25 ans.	»
Goyon (Jean).	22 ans.	»
Guérin (Hippolyte).	22 ans.	»
Juillet (Eugène).	22 ans.	»
Leduc (Alphonse).	22 ans.	»
Sénéchal (Célestin).	21 ans.	»
Fradet (Auguste).	24 ans.	M. E. Sartiaux (Services électriques des chemins de fer du Nord).
Gervais (Lucien).	33 ans.	»
Kommès (Louis).	25 ans.	»
Baas (Émile).	21 ans.	Société Alsacienne de Constructions mécaniques.
Berly (Ernest).	22 ans.	»
Guntz (Victor).	29 ans.	»
Hennès (Ernest).	22 ans.	»
Henrissat (Émile).	22 ans.	»
Lacour (Léon).	21 ans.	»
Meyer (Théodore).	27 ans.	»
Muller (Laurent).	30 ans.	»
Vest (Joseph).	22 ans.	»
Willauer (Ernest).	21 ans.	»
Hartmann (Émile).	21 ans.	Société des Établissements Henry Lepaute.
Provost (Auguste).	21 ans.	»
Régnier (Joseph).	29 ans.	»
Thomas (Paul).	20 ans.	»
Tirouflet (Joseph).	25 ans.	»
Cagnard (Émile.).	24 ans	Société industrielle des Téléphones.
Dauvel (Georges).	27 ans.	»
Donon (Edmond).	24 ans.	»
Galonde (Eugène).	26 ans.	»
Lapalu (Arthur).	27 ans.	»
Ménégaut (François).	24 ans.	»
Morel (Alexandre).	24 ans.	»
Sassin (Louis).	25 ans.	»

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

Quatorzième Bulletin bimensuel de 1910.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 5 juillet 1910.

La séance est ouverte à 3 h, à l'issue de l'Assemblée générale, hôtel des Ingénieurs civils, 19, rue Blanche, à Paris.

Présents : MM. Brylinski, président; Tainturier, vice-président; Fontaine, secrétaire général; Brillouin, Cahen, Eschwège.

Absents excusés : MM. Chaussenot, Mondon et Tricoche.

Nécrologie. — M. le Secrétaire fait part des décès de Mme Vve Jouanne, grand-mère de notre collègue M. Gaston Jouanne; de M. Hochapfel, beau-père de notre collègue M. Godefroy Schlumberger, et de Mme Beauvois-Devaux, épouse de notre collègue. Les condoléances de la Chambre syndicale ont été exprimées à MM. Jouanne, G. Schlumberger et Beauvois-Devaux.

Correspondance et travaux intérieurs. — Il est rendu compte de la correspondance relative au contentieux; monopole d'énergie, cahier des charges type, enregistrement de concession, usine municipale, formalités pour établir une usine hydraulique, vérification des compteurs par les abonnés, traversée de chemin de fer. D'autres questions ont été posées, notamment sur les produits chimiques.

Le service du placement indique 19 offres, 4 demandes nouvelles et 10 placements.

Admissions. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part d'adhésions et proposer les admissions.

(*Voir* cette liste dans *La Revue électrique*.)

Nomination du Bureau. — M. Brylinski rappelle qu'il est d'usage de nommer le Bureau à la séance qui suit l'Assemblée générale. La Chambre syndicale n'étant pas en nombre, il propose de ne faire jusqu'à la prochaine séance que des désignations provisoires qui permettront au Syndicat de fonctionner jusqu'à cette époque.

Par application de l'article 3 du règlement intérieur modifié dans la séance de la Chambre syndicale du 24 mai 1910, il y a lieu de procéder à la nomination du président désigné.

La Chambre syndicale désigne M. Eschwège pour remplir ces fonctions.

M. le Président rappelle que MM. Cordier et Berthelot, vice-présidents, sont sortants cette année. La Chambre syndicale les réélit.

M. Tainturier demande à offrir sa vice-présidence à M. Eschwège, président désigné, pour qu'il puisse faire plus régulièrement partie du Bureau.

La Chambre syndicale remercie M. Tainturier. M. Eschwège est nommé comme vice-président en remplacement de M. Tainturier. M. Beauvois-Devaux est réélu trésorier.

Commission technique. — M. Eschwège ne pouvant, par suite de la surcharge de ses fonctions de vice-président et de président désigné, continuer à siéger comme président des travaux de la Commission technique, M. le Président propose de désigner M. Tainturier pour remplir cette fonction. Il en est ainsi ordonné.

Documents officiels. — M. le Président fait part de la nouvelle organisation de la Direction des Mines au Ministère des Travaux publics. M. Louis-Paul Henriot est directeur de la nouvelle direction qui s'occupera spécialement des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique. Sous-directeur : M. Michelot. M. Maison, sous-directeur de 2e classe. La nouvelle organisation a fait l'objet d'un décret du 4 juin 1910 (*Officiel* du 5 juin 1910).

Le personnel a été désigné par un arrêté du 14 juin 1910 (*Officiel* du 16 juin 1910).

M. de Volontat, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a été désigné comme membre de la Commis-

sion des distributions d'énergie en remplacement de M. Henriot (*Officiel* du 15 juin 1910).

La nouvelle organisation du Conseil d'Etat a été fixée par un décret portant règlement d'administration publique en exécution de l'art. 36 de la loi du 21 avril 1910 (*Officiel* du 1er juin 1910).

Un Comité de contentieux a été institué en vertu d'un arrêté ministériel du 12 avril 1910 (*Officiel* du 2 juin 1910).

Il a été institué, par décret en date du 5 mai 1910 (*Officiel* du 4 juin 1910), une Commission de métrologie usuelle au Ministère du Commerce et de l'Industrie.

Un arrêté ministériel du 11 juin 1910 (*Officiel* du 12 juin 1910) vise les installations de lignes et les abonnements téléphoniques.

Un arrêté de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes du 30 juin 1910 (*Officiel* du 2 juillet 1910) fixe les frais de contrôle à 5 fr et 10 fr comme par le passé.

Deux circulaires du Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, des 3 et 20 mai 1910, sont relatives à la modification de l'art. 1er du modèle d'arrêté préfectoral portant autorisation d'installer une distribuiton d'énergie électrique par permission de voirie et à l'envoi du cahier des charges-type pour la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics. Ces deux circulaires paraîtront dans *La Revue électrique*.

Un arrêté de M. le Préfet de la Seine, en date du 14 juin 1910 (*Bulletin municipal officiel* du 20 juin 1910) remplace les redevances pour location des branchements et colonnes montantes au point de vue des tarifs.

Un autre arrêté préfectoral du 14 juin (*Bulletin municipal officiel* du 18 juin 1910) fixe le prix de rachat des compteurs électriques.

Il est donné lecture d'une dépêche de M. le Ministre du Commerce, parue dans le *Bulletin municipal officiel* du 30 juin 1910, indiquant qu'il n'y a pas lieu de classer d'office les usines électriques, parce qu'elles ne présentent pas d'inconvénients spéciaux, la question de fumivorité appartient à la police municipale.

Documents divers. — Il est donné connaissance d'un rapport de la Chambre de Commerce de Bourges sur les effets de commerce et le timbre mobile par suite de la modification apportée à l'article 4 de la loi du 15 juin 1850.

Publicité pour vulgariser l'emploi de l'électricité. — Cette question, soulevée par un adhérent, est renvoyée à la Commission d'initiative que préside M. de Tavernier.

Syndicat de l'industrie du gaz. — M. Fontaine rend compte du banquet auquel il a assisté avec M. Beauvois-Devaux et des discours intéressants qui ont été prononcés.

Communications diverses. — Emploi de l'aluminium comme conducteur électrique. — Une étude intéressante a paru dans le *Bulletin de l'Associazone elettrotecnica italiana de Rome*, séance du 22 décembre 1908, communication de M. U. Del Bueno.

Comité électrotechnique français. — Le Comité électrotechnique français a été invité par le Comité électrotechnique belge à organiser une réception cordiale à Bruxelles, à l'occasion de l'Exposition de Bruxelles. Tous renseignements sont donnés relativement à cette question.

Le Comité électrotechnique français nous a également fait parvenir une Notice sur la vie et les œuvres de M. Mascart, par M. Janet.

Fédération des industriels et des commerçants français. — Cette Association fera le 9 juillet une démarche auprès de M. Briand, Président du Conseil, pour lui remettre les vœux relatifs aux responsabilités en cas de dommages causés par l'émeute et à la modification de la jurisprudence (affaire de Fressenneville).

Les communications de cette Fédération comprennent pour le mois de juin un exposé pratique de la loi des retraites en France, en Allemagne et en Espagne; les responsabilités en cas d'émeute, les adjudications et marchés de l'Etat et au mois de juillet, des statistiques intéressantes sur le commerce des Etats-Unis.

Conservatoire des Arts et Métiers. — Le Directeur du Laboratoire d'essais nous communique des notices relatives au fonctionnement, pendant l'année 1909, du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Echange de publications. — Le Comité des Houillères de France a accepté l'échange de ses circulaires avec nos publications.

Bibliographie. — Le Bulletin n° 1 de 1910 de l'Office international du travail est déposé sur le bureau de la Chambre syndicale.

Société belge d'Électriciens. — Cette Société discute actuellement la loi belge sur les distributions d'énergie électrique.

La Chambre syndicale s'ajourne au mois de septembre.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 11 juin 1910.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; Eschwège, président de la Commission; Fontaine, secrétaire général; Bitouzet, Brillouin, Chevrier, Cousin, Desroziers, Izart, Martin, Moret, Tainturier.

Absents excusés : MM. Cotté, Imbs, Nicolini, Paré, Roux, Schlumberger.

En ouvrant la séance, M. le Président souhaite la bienvenue à M. Izart, nouveau membre de la Commission technique.

M. le Président dépouille le dossier des réponses qui ont été faites en ce qui concerne les grilles mécaniques pour les chaudières.

Connaissance prise du dossier, la Commission décide qu'il y a lieu de poursuivre l'enquête commencée et pour laquelle des données intéressantes ont été déjà obtenues. Les membres de la Commission sont priés d'envoyer au Secrétariat les adresses des Ingénieurs ayant en service des grilles mécaniques, et qui pourraient fournir des données intéressantes. Les principaux constructeurs de ces appareils seront également sollicités pour avoir les noms de leurs clients et leurs listes de références.

Grâce à l'enquête ainsi élargie, un rapport intéressant pourra sans doute être dressé dont les conclusions et



résultats essentiels seront adressés à toutes les personnes qui auraient donné leur concours pour obtenir des résultats pratiques qui seraient insérés dans le rapport définitif.

INSTRUCTIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A L'INTÉRIEUR DES MAISONS. — M. Roux, chargé de ce rapport, a demandé de reporter à une prochaine séance la discussion de la question parce qu'à l'heure actuelle elle est engagée au Syndicat professionnel des Industries électriques et qu'il y a lieu de se mettre d'accord avec ce Syndicat avant d'aborder la discussion en Commission tecthnique.

La requête de M. Roux est adoptée.

M. le Président rappelle que M. Roux est également chargé de résumer la communication de M. Blondel sur les procédés modernes de l'éclairage électrique.

CONTROLE DES STATIONS CENTRALES; PLAQUES DE TERRE. — Divers membres de la Commission indiquent que, dans la région de l'Est et du Nord, les ingénieurs du contrôle s'inquiètent de ces questions sur lesquelles l'attention de la Commission technique est d'ores et déjà attirée.

ARRÊTÉ PRÉFECTORAL AGRÉANT UN COMPTEUR D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — Le *Bulletin municipal officiel* du 8 juin 1910 contient un arrêté préfectoral agréant un compteur d'électricité watt-heure-mètre O'K", type B' pour courant continu.

INFLUENCE DES LAMPES A FILAMENT MÉTALLIQUE. — M. le Président attire l'attention des membres de la Commission technique sur un article paru dans l'*Électricien* relatif aux Compagnies anglaises d'électricité et aux lampes à filament métallique.

STATIONS CENTRALES AUTRICHIENNES ET HONGROISES. — M. le Président communique une étude sur les stations centrales électriques autrichiennes et hongroises, parue dans l'*Industrie électrique*, du 25 mai 1910.

MOTEURS A GAZ PAUVRE. — M. le Président signale une Note sur l'emploi des moteurs à gaz pauvre parue dans le *Bulletin de la Société des anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers*.

CONDUITE MÉCANIQUE DE LA CHAUFFE. — M. le Président signale une étude parue dans le *Génie civil* du 4 juin 1910 sur la conduite mécanique de la chauffe dans les foyers des générateurs de paveur et sur les chargeurs mécaniques Proctor et Underfeed Stoker.

M. le Président communique également une Note, sur l'utilisation des chaleurs perdues dans les forges, parue dans le résumé de quinzaine de la Société des Ingénieurs civils de France, procès-verbal du 6 mai 1910.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 juin 1910.

Membre actif.

M.

CASSAN (Léo-Philippe-Louis), Ingénieur électricien à la Société Westinghouse, 19, rue Hautefeuille, Paris, présenté par MM. Tainturier et E. Fontaine.

Membre correspondant.

M.

POTELET (Henri), Chef d'entretien, station centrale d'électricité de Nancy, 104, rue Charles III, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Hans et Piernet.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs, présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et réglementation. — Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, approuvant des modèles de compteurs de distribution d'énergie électique, p. 80. — Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, portant approbation de types de compteurs d'ampère-heure-mètre et de watt-heure-mètre, p. 80.

Chronique financière et commerciale. — Convocations d'Assemblées générales, p. 80. — Tableau des cours du cuivre, p. 80. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. xv.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

RÉGLAGE DES GROUPES ÉLECTROGÈNES.

Application d'un régulateur automatique J.-L. Routin comme wattmètre à servo-moteur aux papeteries de Rives.

Dans les usines qui étaient autrefois actionnées par des machines à vapeur et qui sont aujourd'hui alimentées par des centrales électriques, on constate assez fréquemment que les anciennes machines à vapeur ont été conservées comme réserves.

Lorsque les besoins de l'industrie exigent qu'on maintienne des chaudières en pression, on conçoit qu'il soit possible de rendre constante l'énergie demandée au réseau en utilisant par intermittence les machines à vapeur disponibles, pour parer aux à-coups.

On arrive ainsi à tirer plein profit des avantages qui peuvent être consentis aux abonnés forfaitaires.

Il est évidemment indispensable, pour pouvoir utiliser ainsi des machines à vapeur, de faire commander automatiquement leur admission par un wattmètre à servomoteur.

Ce problème nouveau vient d'être résolu pratiquement d'une manière parfaite par M. Langlois, ingénieur-directeur des papeteries Blanchet et Kléber à Rives, qui a utilisé à cet effet les appareils imaginés tout récemment par M. Routin pour le réglage automatique et les commandes à distance. Comme il est susceptible de nombreuses applications, nous avons pensé qu'il serait intéressant de décrire cette installation avec quelques détails.

Les papeteries de Rives comprennent quatre usines échelonnées le long de la Fure, savoir : l'usine du Gua, l'usine de la Liampre, la Grande Fabrique et l'usine de la Poype.

Ces usines sont alimentées :

Par le courant triphasé à 1000 volts de la Société hydro-électrique de Fure et Morge et de Vizille, qui fournit *à forfait*, aux papeteries, une puissance d'environ 500 chevaux;

Par trois stations génératrices situées en dehors des usines et destinées à fournir, l'une le courant pour l'éclairage, en plus de celui qui est pris au réseau de Fure et Morge, et les deux autres (stations de la Petite Chute et station de la Grande Chute), le courant pour la force motrice (courant continu à 500 volts);

Par une série de turbines et roues hydrauliques fonctionnant avec les eaux de la Fure et du Réaumont;

Par trois machines à vapeur principales, dont deux servent pour le réglage de la puissance absorbée au réseau de Fure et Morge; la troisième ne fonctionne qu'en cas de secours.

Le Tableau ci-après donne la liste des machines employées par les papeteries de Rives.

Les machines à vapeur utilisées par M. Langlois, pour éviter que l'énergie absorbée sur le réseau de la Société de Fure et Morge dépasse la limite correspondant à l'abonnement forfaitaire, sont situées, l'une à l'usine de la Liampre et l'autre à la Grande Fabrique (*voir* la figure 1); chacune de ces machines est accouplée avec un moteur

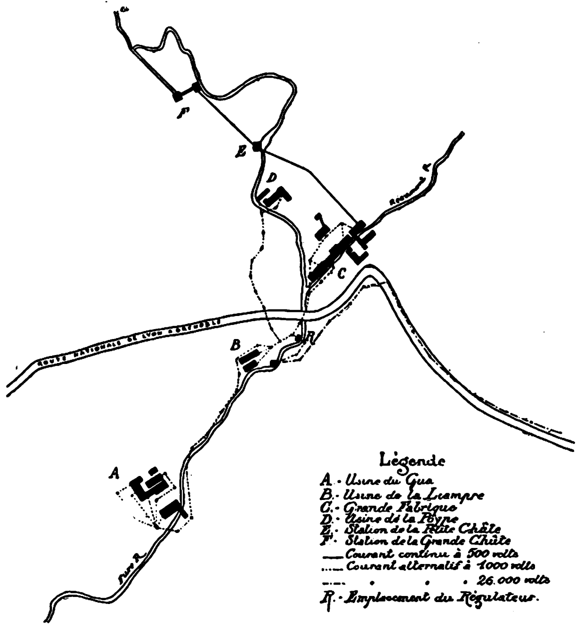


Fig. 1.

asynchrone et susceptible de fournir une puissance de 100 chevaux; elles sont distantes entre elles d'environ 900 m.

Le régulateur Routin a été placé en R (*voir* figure 1).

Comme la description complète du régulateur Routin a été donnée précédemment dans *La Revue électrique* [1] nous nous bornerons à reproduire ici un schéma avec légende indiquant les connexions de l'appareil avec les organes d'admission des machines à vapeur.

Le régulateur comporte en principe un wattmètre 3-4-5 (*fig.* 2) qui mesure la totalité de l'énergie fournie par la Société de Fure et Morges aux papeteries.

Lorsque cette énergie est supérieure à la limite fixée par le contrat forfaitaire, le levier 1 s'abaisse en tournant autour du point 2 et la tige mobile 10 vient en contact avec le ressort 11; un courant est ainsi lancé dans le relais 13'; l'armature 19' est attirée et met en marche le moteur 23 qui, par la jonction triphasée composée du transmetteur 36 et des deux récepteurs 37 et 38, fait augmenter l'admission des machines à vapeur. Le contraire se produit lorsque, par suite d'une diminution

[1] *La Revue électrique*, t. XIII, 15 mars 1910, p. 173.



USINES ET STATIONS	GUA.	LIAMPRE.	GRANDE FABRIQUE.	POYPE.	STATION d'éclairage.	STATION Petite Chute.	STATION Grande Chute.
Machines à papier	2	1	2	1			
Machines à vapeur	1 Corliss 120 HP. Creusot indépendante du régulateur (de secours).	1 Demange et Satre de 100 chevaux commandée par le régulateur.	1 Demange et Satre de 100 chevaux commandée par le régulateur. 2 de 7 HP.				
Moteurs hydrauliques	4 turbines. Débit : 1300 à 1800 l. H = 5,66 m.	1 roue, 3 turbines. Débit : 1300 à 1800 l. H = 4 m à 4,20 m.	8 roues et 4 turbines. Débit : 500 à 800 l. H = 16,60 m.	2 turbines. Débit : 800 à 1000 l. H = 5,10 m.	1 turbine. Débit : 800 à 1000 l. H = 6,65 m.	1 turbine. Débit : 800 à 1000 l. H = 6,50 m.	1 turbine. Débit : 800 à 1000 l. H = 13,50 m.
Dynamos et moteurs à courant continu	1 moteur de 12 chevaux.	1 moteur de 12 chevaux.	2 moteurs de 56 chevaux. 3 moteurs de 28 chevaux.	1 moteur de 28 HP.	2 dynamos de 22 kw. 2 moteurs de 1 HP.	1 dynamo de 44 kw. 1 dynamo de 22 kw.	3 dynamos de 44 kw.
Alternateurs			1 alternateur de 10 k. v. a.		1 altern. de 50 k. v. a.		
Moteurs asynchrones	1 moteur de 150 HP. 1 moteur de 120 HP. 1 moteur de 40 HP. 1 moteur de 25 HP. 1 moteur de 12 HP. 1 moteur de 1 HP.	1 moteur de 100 HP. 1 moteur de 70 HP. 1 moteur de 40 HP. 1 moteur de 2 HP. 1 moteur de 1 HP.	2 moteurs de 80 HP. 1 moteur de 70 HP. 2 moteurs de 40 HP. 3 moteurs de 25 HP. 2 moteurs de 7 HP. 2 moteurs de 5 HP. 1 moteur de 3 HP. 1 moteur de 1 HP.	1 moteur de 65 HP. 1 moteur de 7 HP. 4 moteurs de 5 HP.	1 moteur de 1,5 HP.		
Transformateurs	1 transf. de 22 k. v. a. 1 transf. de 12 k. v. a. 1 transf. de 7 k. v. a. 1 transf. de 5 k. v. a.	1 transf. de 10 k. v. a. 6 transf. de 5 k. v. a. 1 transf. de 3 k. v. a.	2 transf. de 12 k. v. a. 2 transf. de 5 k. v. a. 1 transf. de 40 k. v. a.	1 transf. de 20 k. v. a. 2 transf. de 5 k. v. a.	1 transf. de 5 k. v. a. 1 transf. de 3 k. v. a. 1 transf. de 1 k. v. a.	1 transf. de 5 k. v. a.	

de la charge, l'énergie fournie par le réseau devient inférieure à la limite fixée par le contrat forfaitaire.

Tous les détails de l'installation ont été étudiés par M. Langlois lui-même qui a su vaincre toutes les difficultés que présentait cette application originale.

Ainsi que le montre la figure 2, les admissions des deux machines à vapeur sont commandées simultanément.

Les régulateurs à boules des machines à vapeur ont été transformés en limiteurs de vitesse et disposés de façon à ne pouvoir entrer en action que pour provoquer la fermeture au cas où, par suite de la chute de la courroie, la vitesse de la machine à vapeur viendrait à dépasser de plus de 20 pour 100 sa valeur normale. Pour obtenir ce résultat on fait agir (*fig.* 3 et 5) le récepteur triphasé sur un verrin dont la tige est placée à l'intérieur d'un tube fixé au levier du régulateur à boules.

Pour éviter toute détérioration du matériel, M. Langlois a prévu auprès des machines à vapeur (*fig.* 3) des stops

qui sont manœuvrés par la tige qui règle l'admission et qui coupent les circuits des relais 13 et 13' (*fig.* 1) du régulateur au cas où la surcharge de l'usine deviendrait trop considérable. Dans le même but et pour plus de sécurité, le transmetteur (*fig.* 4) a été en outre muni d'un dispositif qui, en fin de course, provoque la rupture de

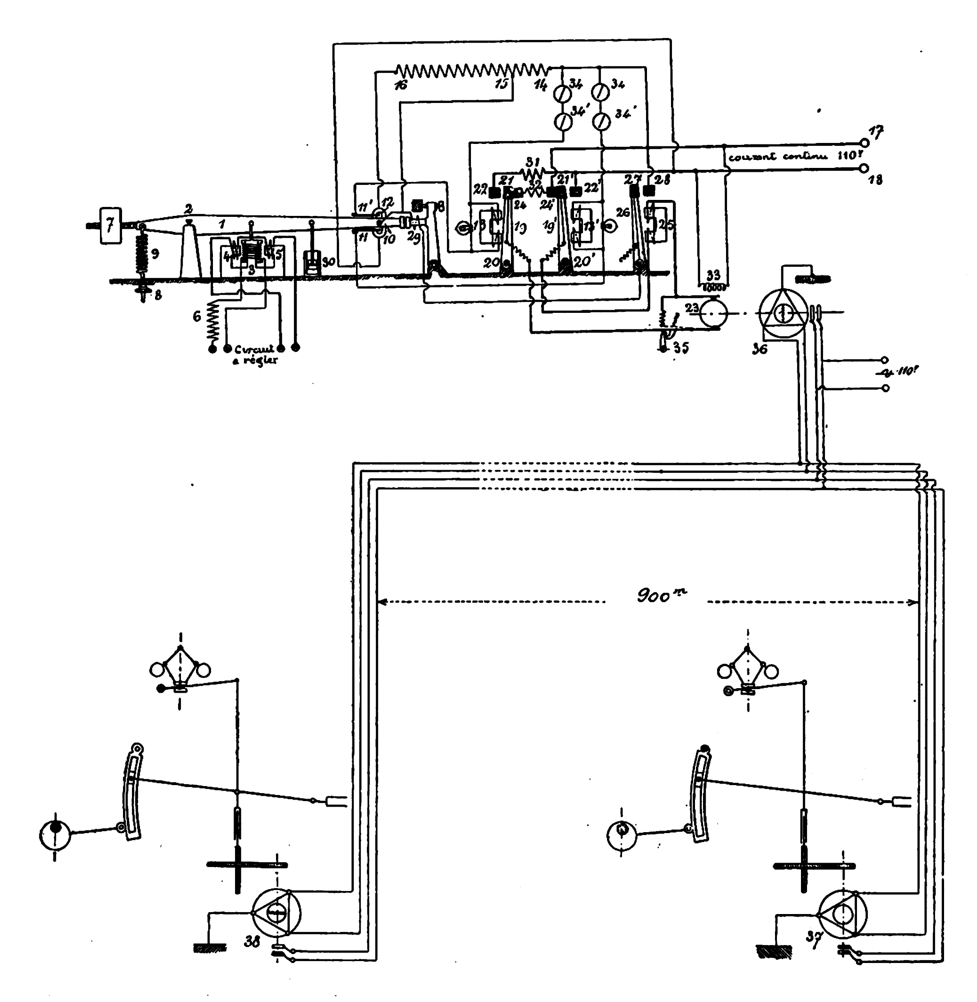


Fig. 2. — Schéma de l'installation du régulateur.

1 Fléau.
2 Couteaux.
3 Bobine mobile à fil fin du wattmètre.
4-5 Bobines fixes à gros fil du wattmètre.
6 Résistance additionnelle
7 Contrepoids.
8 Écrou du ressort 9.
9 Ressort de réglage.
10 Contact mobile.
11-11' Contacts fixes.
12 Bobine d'aimantation.
13-13' Relais inverseurs.
14-15-16 Potentiomètre.
17-18 Source auxiliaire.
19-19' Armatures de relais inverseurs.
20-20' Axes des armatures.
21-21' Contacts mobiles des relais.
22-22' Contacts fixes des relais.
23 Moteur à courant continu.
24-24' Contacts de repos des relais.
25 Relais de shuntage.
26 Armature de relais de shuntage et d'asservissement.
27 Contact de relais de shuntage et d'asservissement.
28 Contact fixe du relais 25.
29 Électro d'asservissement.
30 Amortisseur.
31-32 Résistance du moteur.
33 Inducteur du moteur.
34-34' Stops agissant sur les relais.
35 Interrupteur de sûreté à fin de course.
36 Transmetteur triphasé.
37-38 Récepteurs triphasés.

l'alimentation et le freinage électrique du moteur 23.

Le courant continu, nécessaire au fonctionnement du moteur 23 (*voir* figure 1) et des relais du régulateur, est fourni par un petit groupe convertisseur.

La figure 6 montre le régulateur, son moteur, le transmetteur de la jonction triphasée et le petit groupe convertisseur qui ont été montés sur un support commun en fonte. Sur la même figure on voit également les enregis-

treurs automatiques qui ont été disposés par M. Langlois, de façon à donner sur la même feuille la courbe des watts

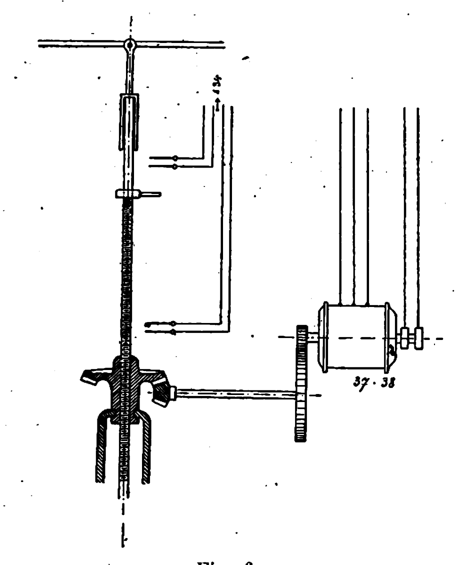


Fig. 3.

fournis par le réseau et la courbe qui correspond à la détente des machines à vapeur.

Grâce à l'emploi combiné de l'asservissement magnétique et de la compensation instantanée (voir *La Revue électrique*, t. XIII, p. 177), qui sont l'une des caractéristiques les plus remarquables des appareils J.-L. Routin,

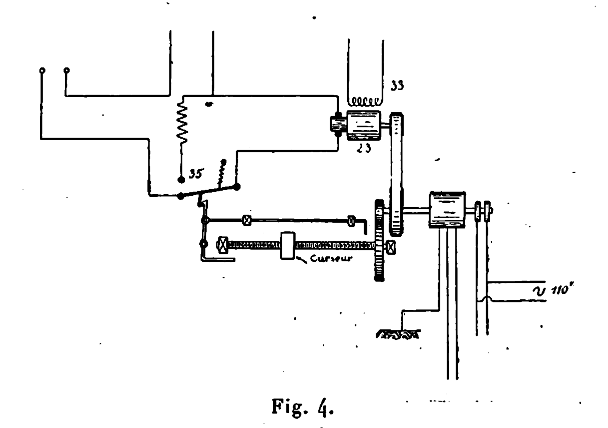


Fig. 4.

on a pu obtenir un réglage très rapide et éviter d'une manière radicale toute oscillation.

Les figures 7 et 8, qui reproduisent les graphiques obtenus par les enregistreurs automatiques, montrent que le résultat cherché a été complètement atteint et que, malgré les variations considérables qui se produisent

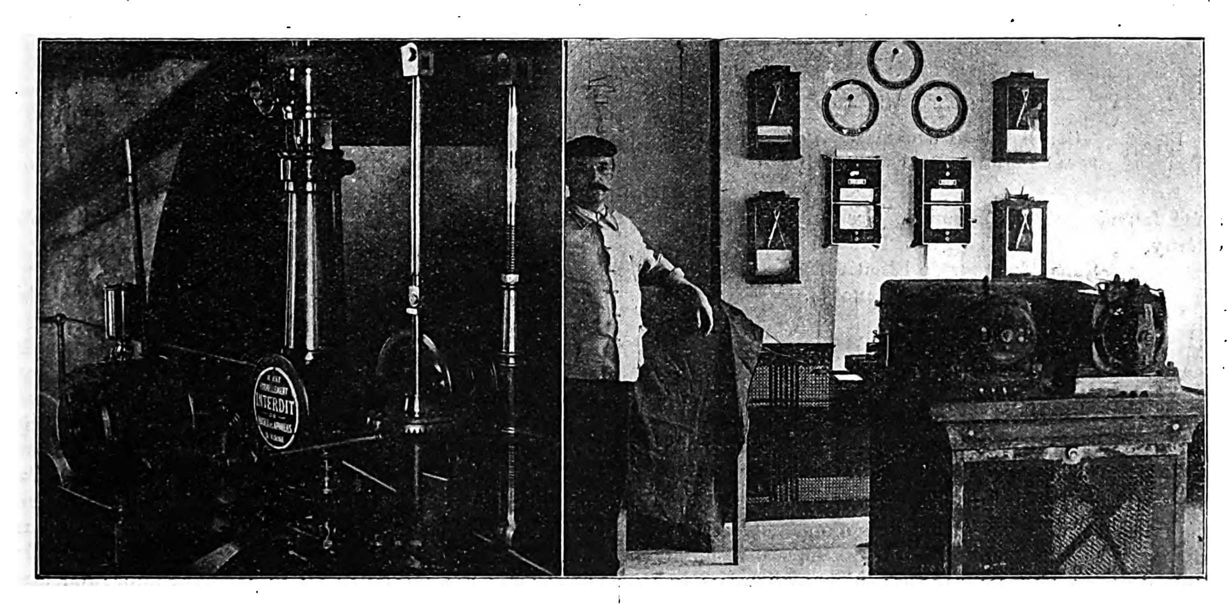


Fig. 5 et 6.

dans la charge totale, l'énergie fournie par le réseau de la Société de Furo et Morge reste rigoureusement constante. Les relais magnétisés se comportent d'une manière aussi remarquable. On ne constate jamais la plus petite étincelle aux contacts et depuis le 1er janvier 1910, date de leur installation, les appareils ont toujours fonctionné d'une manière irréprochable.

Ajoutons en terminant que le régulateur a été construit par la Société industrielle des Téléphones, concessionnaire exclusive pour la France des brevets de la Société fran-

2...

çaise des Procédés J.-L. Routin et que la jonction triphasée

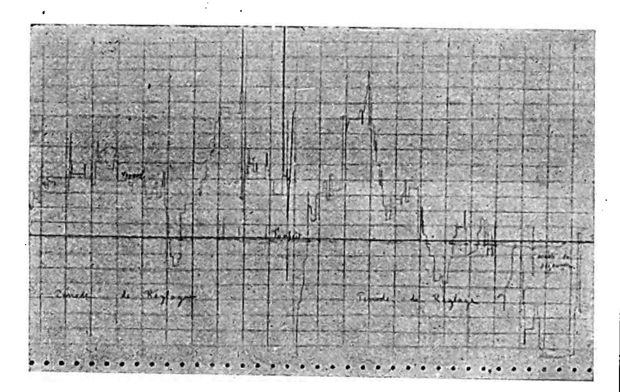


Fig. 7. — Ligne *ab*. Énergie empruntée au réseau Ligne *cd*. Détente des machines à vapeur.

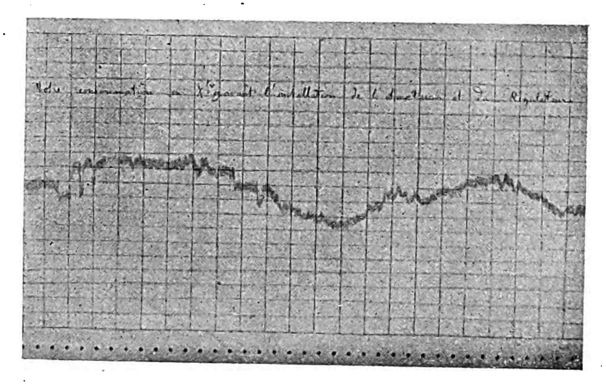


Fig. 8. — Courbes de consommation des Papeteries avant l'installation du régulateur.

a été fournie par la Maison A. Grammont de Pont-de-Chéruy.

Paul Bergeon,
Sous-directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble.

USINES GÉNÉRATRICES.

La station centrale de Greenwich [1].

Salle des machines. Groupes électrogènes. — La salle des machines contient quatre machines à vapeur type horizontal et vertical accouplées à des alternateurs de 3500 kilowatts, avec facteur de puissance de 0,94, et quatre turbo-alternateurs de chacun 5000 kilowatts, avec facteur de puissance de 0,85. La puissance normale totale de la station est donc de 34000 kilowatts, mais comme chacun des groupes électrogènes peut supporter une surcharge de 25 pour 100, la station peut fournir, en cas de nécessité, une puissance de 42500 kilowatts. Si l'on tient compte qu'il faut toujours en réserve un groupe à machine à vapeur et un groupe turbo-alternateur la charge maximum de service pourra être considérée comme étant de 30000 kilowatts.

Les huit groupes électrogènes correspondent aux huit groupes de chaudières, aux huit carneaux principaux et aux huit sections de feeders.

Les machines à vapeur sont intéressantes à connaître. Chacune d'elles comprend deux demi-machines complètes, disposées de part et d'autre de la génératrice, avec un cylindre vertical à haute pression de 850 mm de diamètre et un cylindre horizontal à basse pression de 1675 mm de diamètre (*fig*. 5). La course commune est de

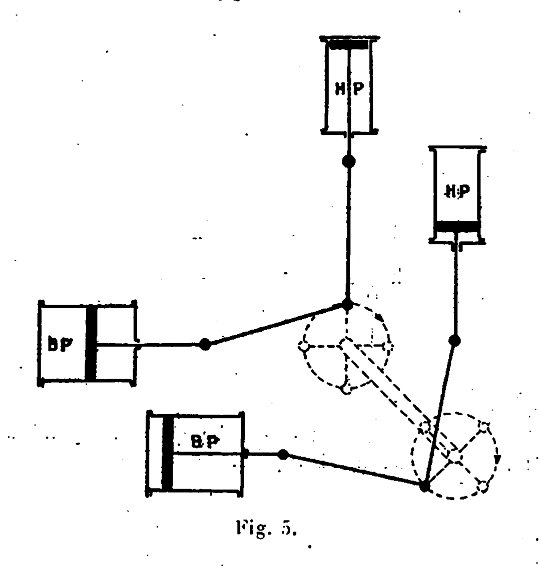


Fig. 5.

1220 mm et les deux bielles de chaque demi-machine travaillent indépendamment sur un bouton de manivelle commun, en porte à faux. La vitesse des machines est de 94 tours par minute et la vitesse moyenne du piston est de 228 m environ par minute.

Ce type de machine présente en pratique, d'après l'auteur, beaucoup d'avantages, surtout si, comme à Greenwich, on dispose le cylindre à haute pression verticalement. Dans la machine-type, en effet, telle qu'elle est construite par la Allis-Chalmers Company (États-Unis), le cylindre à haute pression est horizontal tandis que le cylindre à basse pression, dans le but évident d'alléger ce cylindre du poids du grand piston, est placé verticalement. Mais une telle disposition introduit de sérieux inconvénients relativement à la purge des cylindres et la modification apportée à Greenwich a fourni sous ce rapport les meilleurs résultats; le cylindre à basse pression est relié directement au condenseur et aucune purge auxiliaire n'est nécessaire. Le poids du piston à basse pression est en partie équilibré par une contre-tige.

Ces machines sont munies d'un receiver-réchauffeur entre le cylindre à haute pression et le cylindre à basse pression; à travers les tubes de ce réchauffeur, qui ont une surface totale d'environ 120 m², on fait passer de la vapeur vive amenée par un branchement spécial.

Des soupapes Corliss sont employées sur l'un et l'autre cylindres; les soupapes d'admission à haute pression sont

[1] Le début de cette description a paru dans le précédent numéro, pages 18 à 25.

réglées directement par le régulateur; les soupapes d'admission à basse pression peuvent être réglées à la main.

Les machines sont complètement fermées et fonctionnent avec graissage forcé. Des cuves d'huile sont disposées sous le socle de chaque demi-machine et de petites pompes, mues par des tiges à excentriques, fournissent l'huile à toutes les parties en mouvement.

Chaque cylindre à haute pression a sa prise de vapeur indépendante sur son propre séparateur d'eau et, pour chaque admission de vapeur, il y a une vanne d'arrêt. Les deux vannes d'arrêt d'une même machine sont accouplées ensemble par un arbre transversal de sorte que le mécanicien peut ouvrir les deux admissions du même endroit. Aucun tuyau d'eau ou de vapeur ne passe au-dessus de l'alternateur.

Chaque cylindre à basse pression a son condenseur et pompe à air indépendants, placés dans le sous-sol. Les condenseurs sont du type à surface ordinaire; ils présentent chacun 418 m² de surface refroidissante. L'alimentation d'eau se fait par un système commun de circulation qui sera décrit plus loin.

Les pompes à air sont du type Edwards, triplex et simple effet, avec plongeurs de 406 mm de diamètre et 355 mm de course. Elles marchent à 100 tours par minute et sont actionnées, par l'intermédiaire d'engrenages, à l'aide d'un moteur triphasé de 22 chevaux, 375 t:m. L'eau condensée est envoyée dans les bâches alimentaires au moyen d'une pompe auxiliaire de 152 mm mue par une manivelle montée en porte-à-faux sur l'arbre de la pompe à air. Des compteurs-enregistreurs d'eau système Lea sont intercalés dans la conduite.

On a déjà dit que l'eau condensée provenant des machines à piston était traitée dans des *purifiers* Harris-Anderson avant de se rendre dans les bâches alimentaires, mais on fait usage, en outre, de séparateurs d'huile Baker montés sur les tuyaux d'échappement, entre les cylindres à basse pression et les condenseurs. Ces séparateurs enlèvent la plus grande partie de l'huile entraînée dont les dernières traces seulement sont retenues par les appareils Harris-Anderson. Par ce procédé les tubes des condenseurs sont préservés d'une grande quantité d'huile.

Les régulateurs des machines sont du type Porter ordinaire, et sont commandés par chaînes. Leur réglage s'effectue au moyen d'un poids glissant le long d'un levier. La position du poids peut être changée soit à la main soit à l'aide d'un petit moteur triphasé réversible commandé depuis la galerie des tableaux de distribution. La répartition de la charge entre les diverses génératrices est entièrement réglée par ce système.

Chaque machine possède en outre un régulateur de sécurité commandé indépendamment par l'arbre moteur et entrant en action lorsque la vitesse excède de 10 pour 100 sa valeur normale : une vanne placée sur la conduite d'arrivée de vapeur se déclenche et supprime l'admission. Cette vanne peut également être déclenchée du tableau de distribution en pressant un bouton.

Les deux manivelles sont calées à 135° de part et d'autre de l'arbre moteur. Il en résulte que les quatre cylindres donnent à chaque révolution huit impulsions également espacées comme on peut le voir par la figure 5. Chaque demi-machine équivaut à une machine à deux cylindres avec manivelles à 90°. L'effort tangentiel est si satisfaisant que la partie mobile de l'alternateur suffit comme volant; cette partie mobile présente un PD² égal à 675 000 m²-kg environ et la variation de vitesse angulaire n'excède pas 0,15 pour 100 en plus ou en moins de la vitesse moyenne.

Les génératrices sont du type à champ tournant, avec 32 pôles. Elles débitent du courant triphasé à 6600 volts entre phases et 25 périodes.

Les aimants sont feuilletés et les tôles d'acier qui les constituent sont fixées sur la jante de la roue par des entailles en queue d'aronde. Ces tôles sont maintenues latéralement à l'aide de solides flasques en acier, le tout étant traversé par des rivets.

Les aimants sont bobinés avec du cuivre nu à section méplate et les cornes polaires sont divisées comme l'indique la figure 6 dans le but d'*effiler* le champ magnétique.

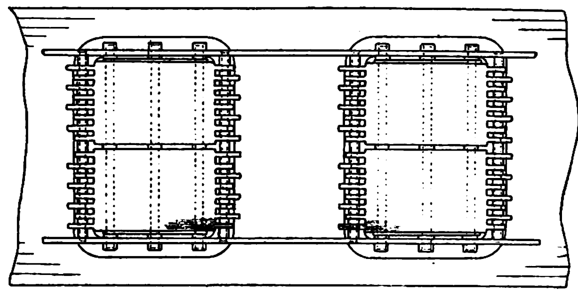


Fig. 6.

Les amortisseurs consistent en deux anneaux de cuivre fixés de chaque côté extérieur des épanouissements polaires et réunis par des rivets de cuivre qui traversent ces derniers. Ils sont indiqués dans la figure.

Les bobines de champ sont reliées à deux solides bagues en bronze clavetées sur l'arbre et le courant d'excitation qui, à pleine charge, est d'environ 400 ampères sous 125 volts, est transmis par l'intermédiaire de quadruples balais de charbon.

La couronne de stator a cinq encoches ouvertes par pôle et par phase. Les bobines sont construites sur gabarit et ont 15 conducteurs par pôle et par phase, soit 3 par encoche. Les bobines sont maintenues en place par des cales en bois dur introduites dans des rainures disposées aux extrémités des encoches.

Les bobines de stator sont connectées en étoile et le point neutre est mis à la terre par le procédé qui sera indiqué plus loin.

Chaque alternateur a sa propre excitatrice qui reçoit sa commande de l'arbre moteur par câbles. La puissance de l'excitatrice est de 50 kilowatts, enroulement shunt, 450 t : m. La commande par câbles fut adoptée de préférence à l'accouplement direct en vue de réduire l'encombrement qui eût été excessif avec une excitatrice montée sur l'arbre moteur dont la vitesse n'est que de 94 t : m.

Un appareil de lancement du type ordinaire à déclenchement automatique est employé pour le démarrage

des machines. Il est commandé par un moteur série et manœuvré à l'aide d'un contrôleur placé près de chaque vanne d'arrêt.

Le Tableau II fournit les résultats de quelques essais à pleine charge et à demi-charge effectués sur l'un des groupes électrogènes à machines à piston, avant réception.

TABLEAU II. — *Groupe électrogène n° 4.*

Essais du 27 août 1906.

Durée de l'essai..........	6 heures	3 heures
Pression moyenne de la vapeur aux vannes d'arrêt.	12,660 kg : cm²	12,760 kg : cm²
Température moyenne de la vapeur aux vannes d'arrêt.	238° C	230° C
Vitesse moyenne..........	94,46 t : m	94,81 t : m
Puissance indiquée moy. (¹).	5387,7 chx	2672,1 chx
Débit moyen..............	3494 kw	1780 kw
Quantité totale d'eau......	160533 kg	40393 kg
Poids moyen d'eau par heure.......	26755,5 kg	13464 kg
Quantité d'eau par cheval-heure indiqué (¹).......	4,966 kg	5,039 kg
Quantité d'eau par kilowatt-heure..................	7,570 kg	7,561 kg
Vide.....................	679 mm	680,7 mm

Les machines à vapeur ont été construites par MM. John Musgrave and Sons, Ltd; les alternateurs et excitatrices sont de la « Electric Construction Company ».

Ces machines constituent, d'après l'auteur, d'excellents spécimens de la construction anglaise, car les groupes ont supporté les fortes charges de la façon la plus satisfaisante. La seule difficulté rencontrée fut dans les segments des pistons à haute pression. Ces segments étaient en fonte; ils s'usaient rapidement ou se rompaient sans cause apparente. Après plusieurs essais on les remplaça par des segments légers Ramsbotton en bronze phosphoreux, le cuivre contenu dans l'alliage étant électrolytiquement pur. Ces segments donnent de bons résultats.

Les turbines ont été adoptées pour la partie restante de l'équipement de la station. Les conditions de débit, l'encombrement et le prix furent, d'après l'auteur, les seuls facteurs qui fixèrent cette adoption.

Les quatre turbo-alternateurs ont chacun un débit normal de 5000 kilowatts et peuvent fournir 8250 kilowatts en surcharge. Leur vitesse est de 750 t : m. Les deux premiers furent construits par MM. Willans et Robinson Ltd (turbine) et MM. Dick, Kerr et Cº Ltd (partie électrique); ils sont du type à réaction (Parsons); les deux autres sont construits par la British Westinghouse Company Ltd, et sont du type à action (Rateau).

Les turbines Willans ont en tout (rotor et stator) 98 rangées d'aubes en 11 étages.

Les alternateurs sont du type à champs magnétiques tournants avec pôles saillants. Les stators ont six encoches et dix-huit conducteurs par pôle et par phase. L'excitatrice est montée en prolongement de l'arbre et a une puissance de 37,5 kilowatts.

(¹) Dans la traduction, le *horse-power* ou cheval-vapeur anglais (HP) a été pris égal à 746 watts. (N. d. T.)

Chaque turbine a un condenseur à surface dans le sous-sol, avec, en outre, un *augmentateur de vide* (¹) qui permet de garantir un vide de 95 pour 100 avec eau de circulation à 18°,3 C. La pompe à air est du type Edwards ordinaire, triplex, 635 mm de diamètre et 356 mm de course, tournant à 95 t : m. Elle est commandée par un moteur triphasé à bagues de 50 chevaux à 375 t : m par l'intermédiaire d'engrenages à chevrons taillés.

Les essais de consommation de vapeur à pleine charge n'ayant pas encore été effectués, l'auteur ne peut fournir de détails à ce sujet. Le chiffre de garantie est 6,800 kg par kilowatt-heure, avec vapeur à 12,600 kg : cm², surchauffée à 288° C. et vide de 95 pour 100.

Au sujet de la sûreté de marche des turbines à vapeur l'auteur estime qu'il y a corrélation entre les troubles survenus jusqu'ici (rupture ou desserrage des aubes) et les efforts tentés par les constructeurs pour réaliser de faibles consommations de vapeur. Les conséquences des troubles sont tellement graves dans la plupart des cas qu'il vaudrait mieux chercher à obtenir l'immunité entière sous ce rapport : « La réputation d'une continuité absolue de fonctionnement, ajoute l'auteur, vaut beaucoup de livres de charbon par an. »

Les turbo-alternateurs Westinghouse-Rateau ont le même débit que les précédents mais sont du type à impulsion et présentent plusieurs particularités intéressantes. Leurs échappements s'effectuent dans un condenseur commun.

INSTALLATION DE DISTRIBUTION. — L'installation de distribution à haute tension est du type à commande électrique à distance et est disposée en deux galeries ou plates-formes, du côté est de la salle des machines. Cette installation a été faite par la British Westinghouse Company, de Manchester. Le schéma général des connexions (fig. 7) indique qu'il y a 32 feeders divisés en 8 sections correspondant aux 8 départs des génératrices.

La plate-forme inférieure comprend les pupitres de commande, les tableaux d'instruments de mesure, les couteaux d'isolement des feeders et des génératrices et les transformateurs pour instruments.

La plate-forme supérieure comprend les interrupteurs à huile avec leurs couteaux d'isolement, les barres omnibus et les parafoudres disposés par groupes de quatre.

Notons que chaque génératrice est connectée aux barres omnibus principales par l'intermédiaire de couteaux ou sectionneurs à poignées isolantes; dans le cas où un accident survient aux barres omnibus ou aux dispositifs de synchronisme, il suffit de retirer ces sectionneurs des mâchoires où ils sont maintenus, pour permettre à chaque machine de débiter directement sur sa propre section de quatre feeders.

Les barres omnibus principales sont séparées dans leur milieu par un interrupteur permettant de diviser

(¹) L'*augmentateur de vide* Parsons est un simple dispositif qui permet d'améliorer le vide de toute installation de condensation; le principe consiste à recondenser la vapeur de condensation sur son trajet du condenseur proprement dit, à la pompe à air, ce qui a pour effet d'accroître la capacité de cette dernière, quelle que soit sa dimension (Sheardown, discussion).



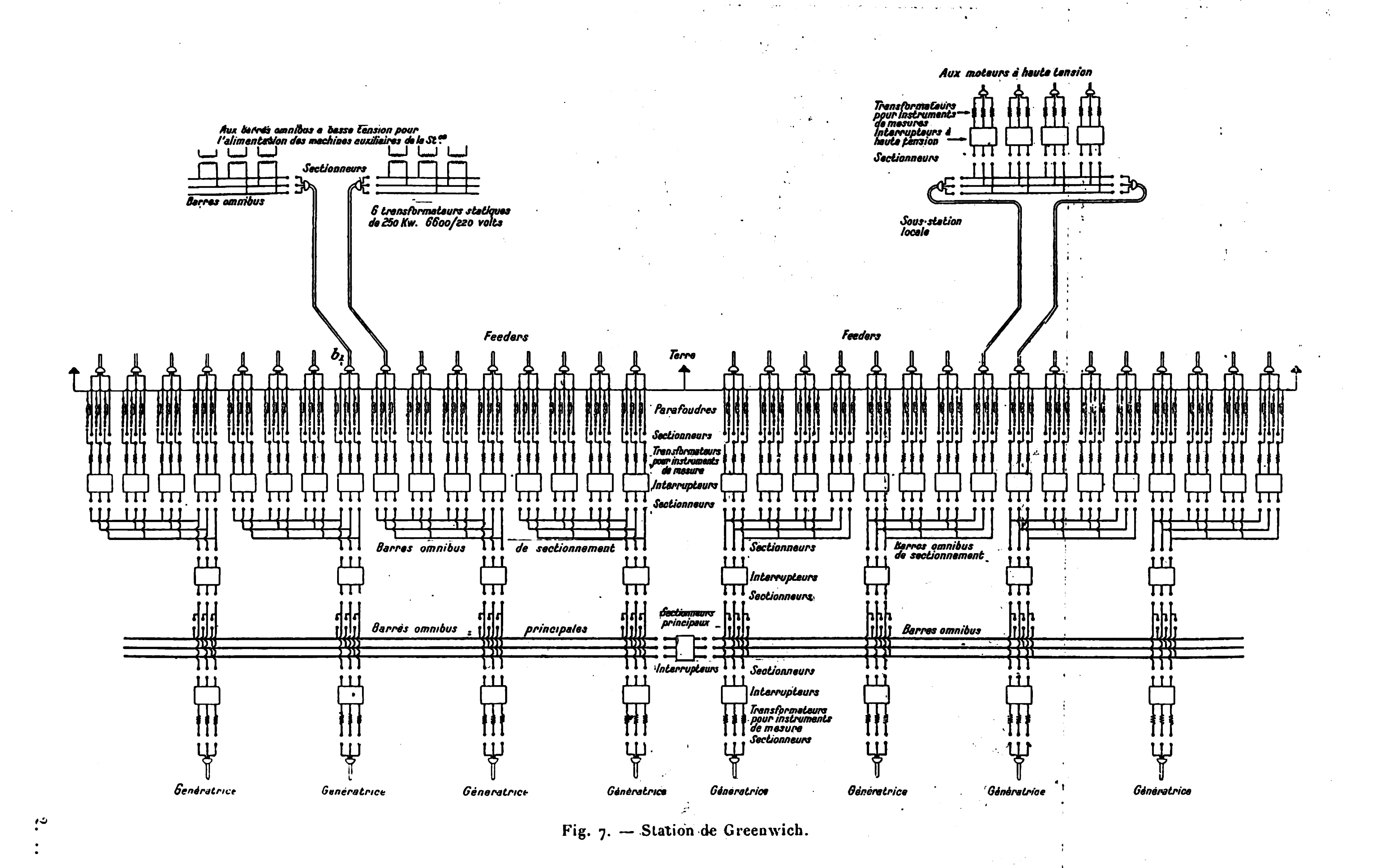


Fig. 7. — Station de Greenwich.

en deux sections indépendantes l'installation complète de distribution à haute tension, si cela est nécessaire.

Les tableaux d'instruments de mesure sont supportés par des consoles fixées aux piliers du bâtiment et suspendus en même temps au plafond. Le surveillant a une vue complète de toute la salle des machines par l'espace resté libre entre le bord inférieur des tableaux et les pupitres de contrôle.

L'installation de distribution à haute tension a donné toute satisfaction; non seulement la disposition en est simple et facile à comprendre, mais elle rend le service très aisé. Tous les instruments de commande et de contrôle des huit génératrices sont groupés vers le centre des pupitres de sorte que le surveillant peut exécuter la plus grande partie de son travail sans avoir à quitter la position centrale.

En plus des appareils de synchronisme disposés dans la galerie des interrupteurs on a installé un synchronoscope près de la vanne d'arrêt de chacun des groupes électrogènes. Cet appareil permet au mécanicien, le cas échéant, d'amener sa machine en synchronisme, sans dépendre en aucune façon des signaux de la plate-forme. Ceux-ci constituent dès lors un système très simple : deux vastes cadrans de télégraphie sont commandés depuis la plate-forme par six petits interrupteurs fixés sur les pupitres de contrôle, immédiatement au-dessous de chacun des panneaux de génératrices; ces cadrans indiquent le numéro de la machine et l'un des signaux : « Lentement », « Accélérer », « En charge », « Ralentir », « Arrêter ». Lorsque le signal d'« Accélérer » est donné, le mécanicien sait qu'il doit mettre sa machine en synchronisme et dès lors, il observe les indications de son synchronoscope. Dès que le surveillant du tableau de distribution s'aperçoit, à l'aide du synchronoscope de la plate-forme, que la machine a atteint sa vitesse, il ferme son interrupteur à huile et signale au mécanicien : « En charge ». Le mécanicien ouvre alors graduellement sa vanne d'arrêt et le surveillant du tableau, à l'aide du petit moteur de réglage, divise la charge entre les diverses génératrices.

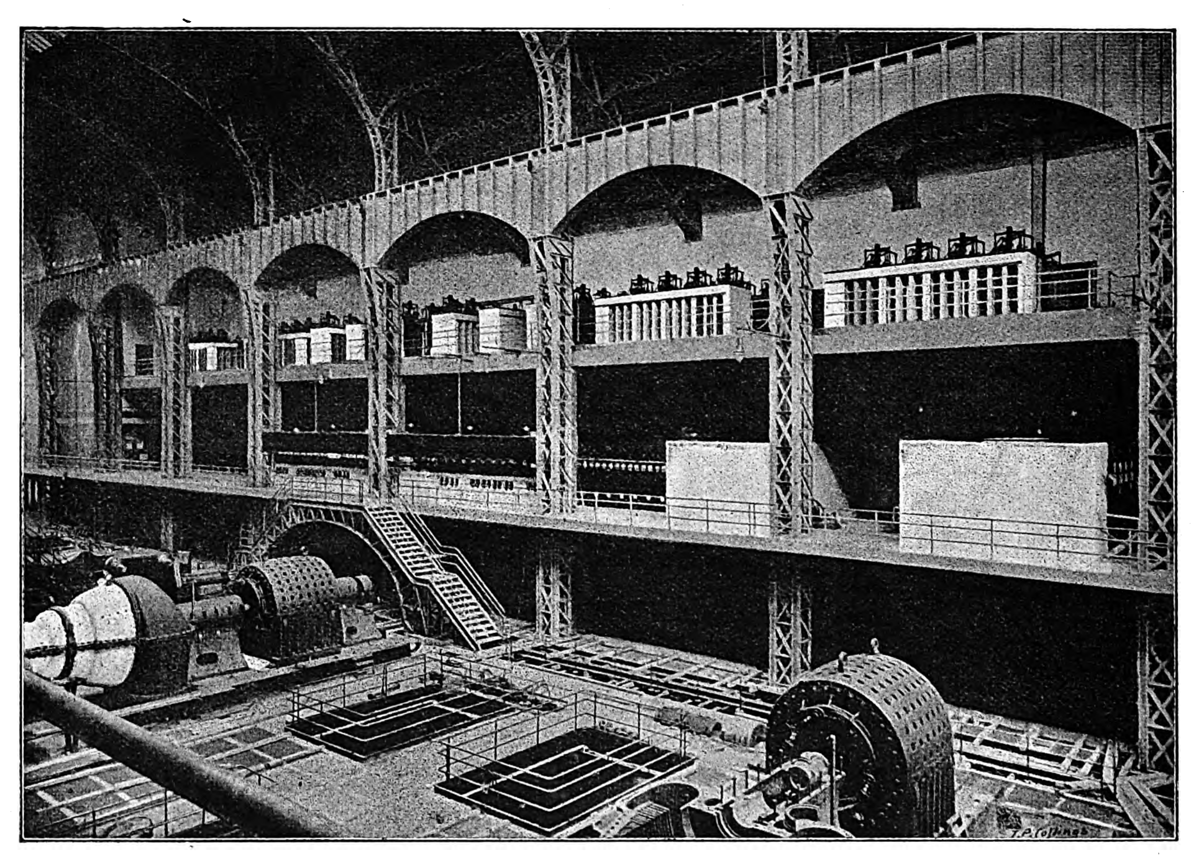


Fig. 8. — Vue d'ensemble des plates-formes de distribution.

Lorsque le signal « Ralentir » est donné, le mécanicien ferme graduellement sa vanne et, aussitôt que l'ampèremètre indique zéro, l'interrupteur à huile est ouvert, et le signal remplacé par « Arrêter ». Une forte sonnerie ou un coup de sifflet attire l'attention du mécanicien sur chaque nouveau signal du télégraphe.

L'appareil de réglage, comme on l'a indiqué, consiste en un petit moteur triphasé réversible mis en marche à l'aide d'un simple commutateur inverseur fixé sur les panneaux de génératrices des pupitres de contrôles.

En plus des appareils de distribution à haute tension dont on vient de parler, la première plate-forme comprend les dispositifs de commande des machines auxiliaires ainsi que les divers panneaux pour moteurs de traction, éclairage et feeders. Les moteurs-générateurs de la sous-station principale ont également leurs tableaux.

On remarquera, d'après le schéma des connexions (*fig.* 7), que les parafoudres montés sur chaque feeder ont un système commun de mise à la terre. Ce système consiste en trois câbles en cuivre nu connectés en trois endroits aux tuyaux d'eau de circulation des condenseurs qui sont eux-mêmes en communication directe avec la Tamise. Jusqu'à ces derniers temps les points neutres des enroulements en étoile des stators de génératrices étaient également connectés directement à ce système. Mais il se produisait à Greenwich le même phénomène qu'en beaucoup d'autres endroits : lorsque plusieurs machines marchaient simultanément, des courants locaux intenses prenaient naissance entre les diverses génératrices, grâce à la connexion de mise à la terre, ces courants ayant une fréquence égale à trois fois la fréquence normale. De plus, lorsqu'une terre se produisait en un point quelconque du système extérieur à haute tension, le courant intense qui en résultait abaissait le voltage de toute la station durant la période de fonctionnement du relais à action différée monté sur le feeder. La secousse était d'autant plus forte sur la station, que le nombre de machines en service était plus élevé puisque toutes ces machines marchaient en parallèle sur le point défectueux aussi bien que sur le réseau : elles se trouvaient connectées au point défectueux par les barres omnibus principales et à la terre par la disposition indiquée précédemment.

Après de nombreuses expériences on adopta le procédé suivant : une seule des machines en marche est mise à la terre, de sorte que, s'il se produit un court-circuit entre une phase de feeder et la terre, cette machine se trouvera seule affectée. Dans le but de réduire le courant de court-circuit à la valeur minimum nécessaire pour le fonctionnement du disjoncteur à maxima monté sur le feeder, on a intercalé une résistance sur la connexion de mise à la terre du point neutre des génératrices. La difficulté consistait à produire *automatiquement* la mise à la terre de l'une des machines en marche dans le cas où celle qui jusque-là y était connectée s'arrête, accidentellement ou volontairement. L'auteur décrit l'appareil intéressant de M. E. V. Schaw qui selon lui, remplit parfaitement cet office.

Accumulateurs... — La batterie d'accumulateurs comprend 280 éléments Tudor, d'une capacité de 645 ampères-heure en 3 heures, accouplés en série. Elle est montée en parallèle avec les barres omnibus de la sous-station locale et sert de réserve pour l'alimentation des divers circuits à courant continu de la station : traction électrique locale, moteurs divers, éclairage à arcs et services des tableaux de distribution.

Service d'eau pour condenseurs. — L'eau de refroidissement, ou eau de circulation, des condenseurs est prise à la Tamise. Six conduites en fonte de 760 mm de diamètre descendent dans le fleuve; leurs extrémités, évasées, débouchent dans une sorte de bassin en béton à 30 m environ au delà de l'estacade à charbon et à un niveau inférieur à celui des plus basses eaux. Quatre de ces conduites sont employées comme tuyaux d'aspiration ou de décharge, les deux autres sont uniquement des conduites de décharge.

Le bâtiment des pompes centrifuges est divisé en trois parties; la plus proche de la Tamise renferme trois réservoirs à filtres fixes, la partie médiane comprend les pompes centrifuges et les filtres rotatifs, et le dernier compartiment est spécialement réservé aux vannes réglant les diverses lignes de tuyaux avant leur entrée dans la salle des machines.

Les quatre conduites d'aspiration viennent se brancher sur les filtres fixes constitués par des réservoirs en tôles de fer renfermant un grillage à fortes mailles. L'un de ces filtres reçoit deux tuyaux d'aspiration car c'est sur lui que doit aspirer la plus grosse pompe.

Il y a trois pompes centrifuges à commande électrique dont deux peuvent débiter 54 500 l par minute et la troisième 90 800 l. Ces pompes furent construites par MM. Drysdale and C°, de Glascow; les deux plus petites sont commandées par moteurs d'induction à bague triphasés, de 250 chevaux à 365 t : m (Electric Construction Company) et la plus grosse par un moteur de 350 chevaux, 365 t : m (MM. Dick, Kerr).

Chaque pompe est reliée directement, du côté de l'aspiration, à l'un des réservoirs à filtre fixe et, du côté du refoulement, à l'entrée d'un filtre rotatif. Au delà des filtres rotatifs les tuyaux se rendent à la salle des machines en trois lignes distinctes d'un diamètre de 612 mm, après avoir été connectées entre elles dans le local des vannes de façon que les trois lignes puissent être alimentées par deux quelconques des pompes.

Les conduites de retour des condenseurs sont connectées entre elles de la même façon avant de repasser dans les filtres rotatifs. Elles sont ensuite branchées sur un collecteur commun qui communique, d'une part, avec les deux conduites de décharge de 760 mm se rendant à la Tamise et, d'autre part, avec les filtres fixes. Cette dernière connexion permet, lorsque l'un des tuyaux d'aspiration n'est pas utilisé, de l'employer comme conduite de décharge et de le débarrasser, ainsi que son filtre, des boues ou matières étrangères qui s'y sont accumulées pendant l'aspiration.

L'eau de la Tamise, en raison de la grande quantité de matières boueuses qu'elle tient en suspension et des matières étrangères qui flottent à sa surface, nécessite, pour être employée à la condensation, des dispositions particulières. L'installation de Greenwich, due à MM. Barley et Jackson, s'est montrée très efficace.

Les filtres rotatifs de MM. Barley et Jackson peuvent débiter chacun 4500 m^3 à l'heure environ.

Ils sont constitués par une sorte de cage cylindrique de 3 m de diamètre et 1,5 m de large au centre de laquelle se trouve une roue dont les rayons supportent des grillages formés de bandes de laiton entrecroisées de façon à laisser de petits canaux pour le passage de l'eau; ces canaux ont environ 8 mm de diamètre. De chaque côté de la roue la cage cylindrique forme une chambre qu'une large cloison partage en deux compartiments. L'eau non filtrée arrive dans l'un des compartiments de la première

chambre, traverse la roue-filtre animée d'un faible mouvement de rotation et atteint le compartiment opposé de la deuxième chambre d'où elle passe dans la conduite principale allant aux condenseurs.

A son retour, l'eau est amenée dans le compartiment voisin de la même chambre, traverse la roue-filtre en sens opposé, pénètre dans le compartiment immédiatement opposé de la première chambre, d'où elle retourne à la Tamise en entraînant les matières solides déposées sur la roue-filtre par le courant d'eau d'aller.

La roue est mue très lentement par une grande roue dentée; une révolution en deux minutes est une vitesse suffisante pour les conditions ordinaires de l'eau de Tamise. La roue dentée est commandée, avec intermédiaire de vis sans fin, par un petit moteur triphasé.

On remarquera qu'avec semblable disposition le système de tuyauterie de circulation est à fermeture hydraulique complète, ce qui permet d'obtenir une action siphonique qui diminue considérablement la dépense de force motrice entraînée par le pompage de l'eau. Dès que la tuyauterie est pleine les pompes n'ont à vaincre que le frottement de l'eau dans les conduites et non pas la hauteur maximum d'aspiration qui est de 8 m environ, comptée entre l'axe de l'extrémité du tuyau d'aspiration et l'axe des pompes centrifuges. Un petit éjecteur à vapeur fixée à la partie supérieure des pompes sert pour l'amorçage.

D'après l'auteur, l'efficacité du système de filtration n'est pas douteuse : toute matière fibreuse est automatiquement arrêtée et renvoyée à la rivière. Le seul inconvénient du filtre rotatif est qu'une certaine quantité d'eau, atteignant environ 15 pour 100, fuit directement au delà de la cloison par le jeu nécessaire au fonctionnement de la roue et retourne ainsi à la rivière sans s'être rendue aux condenseurs.

L'action qui consiste à renverser le courant d'eau dans les filtres fixes et les tuyaux d'aspiration donne d'excellents résultats.

Pour débarrasser la tuyauterie de tout l'air qui pourrait s'y accumuler, deux tubes barométriques de 150 mm de diamètre sont branchés aux points les plus élevés du système et montent verticalement à environ 12 m de hauteur. L'air est aspiré aux sommets de ces tubes par deux petites pompes spéciales.

SOUS-STATION ET ATELIER DE RÉPARATIONS. — L'emplacement de la sous-station est indiqué sur le plan d'ensemble, figure 1. Cette sous-station comprend trois moteurs-générateurs de 500 kilowatts; elle fournit le courant nécessaire à la traction électrique de la station, et aux divers moteurs à courant continu, 550 volts, des installations auxiliaires; elle alimente également les lampes à arcs.

L'atelier est adossé à la sous-station; il comprend les machines-outils nécessitées par les petites réparations, telles que raboteuse, tours, etc.

APPAREILS DE LEVAGE. — On dispose dans la cour de la station d'une grue de 30 tonnes à commande électrique qui permet de décharger rapidement les divers matériaux amenés par bateaux. Une voie à écartement normal fait le tour de la station avec embranchements vers la salle des machines, la chaufferie et la salle des pompes de condenseurs.

Des ponts-roulants à main sont installés dans les salles de filtres, de pompes centrifuges et de vannes. La sous-station et l'atelier ont un pont roulant électrique de 10 tonnes et la salle des machines un pont de 50 tonnes commandé par quatre moteurs triphasés. Les moteurs démarrent par auto-transformateurs.

ÉCLAIRAGE. — La station est éclairée par 79 lampes à arcs, montées généralement en séries de cinq, et par 1250 lampes à incandescence. Ces dernières sont branchées sur deux circuits principaux indépendants, l'un étant réservé aux lampes qui brûlent jour et nuit, et l'autre étant uniquement destiné à l'éclairage de nuit. De cette façon, les lampes qui ne sont pas nécessaires durant le jour sont toutes maintenues hors circuit depuis le tableau principal.

FRAIS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT ET D'EXPLOITATION. — Le Tableau III fournit le détail des frais de premier établissement dont le total s'élève en chiffres ronds à 20 millions. L'auteur indique en outre les frais d'exploitation pour l'année 1908 (Tableau IV).

TABLEAU III. — *Frais d'établissement.*

	Totaux.	Par kilowatt installé.
	fr	fr
Terrain et bâtiments	8425000	247,70
« Pier » et autres travaux sur la Tamise.	1517700	44,60
Machines à vapeur, turbines, alternateurs et condenseurs	4991500	146,80
Chaudières et économiseurs	2584000	76,00
Installations de distribution (tableaux), accumulateurs, canalisations de la station, éclairage, outils, etc.	897800	26,40
Tuyauterie de vapeur, d'échappement et de condensation; pompes, filtres et bassins.	1382000	40,60
Convoyeurs et grues à charbon et à cendres, locomotives, etc.	276200	8,10
Ponts-roulants, plaques tournantes, voies.	190700	5,60
Total	20264900	596,00

TABLEAU IV. — *Frais d'exploitation.*

	Totaux.	Par kilowatt-heure.
	fr	c
Charbon (déchargement compris) et enlèvement des cendres	1634280	2,443
Appointements et salaires (personnel de service)	248200	0,371
Huile, déchets, eau et matières diverses...	54570	0,082
Réparations à l'installation et aux bâtiments (main d'œuvre et matériaux)	126450	0,189
Direction, assurances, et divers	42800	0,064
Loyer, taxes, impôts	219300	0,328
Total	2325600	3,477

A cette époque la première partie seulement de la station était en service, de sorte que les résultats financiers pour la marche de la station complète ne sont



pas encore connus. Les chiffres du Tableau IV sont complétés par les renseignements suivants :

Nombre de kilowatts-heure fournis aux sous-stations....	66836206 (¹)
Charge maximum en kilowatts.....	16000 (¹)
Facteur de charge de la station, en pour 100.	47,75
Charbon, en tonnes métriques	94118,1
(Une partie à 18 fr la tonne et une partie à 13,50 fr)	
Charbon par kilowatt-heure délivré aux sous-stations, en kilogrammes	1,410

G. S.

FORCE MOTRICE.

Les forces motrices de la Durance.

D'après une étude que vient de publier M. Wilhelm, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, la puissance totale qui pourrait être aménagée sur le cours de la Durance serait d'environ 500000 chevaux. Pour le moment, la puissance utilisée n'est que de 76000 chevaux, celle des usines en construction de 16000 chevaux et celle des usines projetées s'élève à plus de 200000 chevaux. Il resterait donc encore disponible une puissance d'environ 200000 chevaux.

Le Tableau suivant donne l'indication des usines existantes et des usines projetées :

Désignation des usines.	Cours d'eau utilisé.	Débit maximum prévu en m³ : s.	Hauteur de chute en mètres.	Puissance maximum de l'usine en chevaux.
L'Argentière ...	Durance	20	150	30000
Saint-André....	»	30	75	22500
Savines.... ...	»	30	50	15000
Le Sauze.......	»	30	50	15000
Valserres.......	»	40	50	20000
La Saulce......	»	40	30	12000
Ventavon	»	50	50	25000
Le Poët.......	»	50	25	12500
Saint-Aulan....	»	60	50	18000
La Brillanne. .	»	60	23	14000
Basse-Durance..	»	80	50	40000
Meyrargues....	»	80	30	24000
Briançon	Cerveyrette	1	60	600
Biaisse.........	Biaisse	3	200	6000
Guil	Guil	6	325	20000
Savines.	Récellon	1	400	4000
Ubaye.........	Ubaye	8	150	12000
Serres.........	Buich	7	7	500
Verdon	Verdon	8	200	16000
		Total.. ...		307000

La Durance n'a pas moins de 272 km de longueur; sa source, voisine de Briançon, est à 1200 m d'altitude; elle se jette dans le Rhône près d'Avignon. En raison de sa forte pente, son régime est torrentiel. On sait que, alimentée en partie par les glaciers des Alpes, en partie par les eaux de pluie, elle présente deux périodes d'étiage : l'étiage d'hiver, de décembre à mars, dû à ce que les neiges ne fondent pas; l'étiage d'été, en août et septembre, provoqué par la disparition des neiges pendant l'été et l'absence de pluies à cette époque de l'année. Le débit à l'étiage d'hiver, le plus faible est généralement de 6 m³: s à 7 m³ : s et au minimum de 4,4 m³ : s à Briançon; il s'élève à 70 m³: s et 94 m³: s à Mirabeau, avec parfois un minimum exceptionnel d'environ 44 m³ : s.

(¹) L'auteur estime que, pour l'année terminée au 31 mars 1910, ces chiffres s'élèveront respectivement à 91000000 kilowatts-heure et 21000 kilowatts.

Étude géométrique de la distribution des machines à distributeurs séparés (¹).

L'emploi de distributeurs séparés commandés mécaniquement se généralise de plus en plus, non seulement dans les machines à vapeur, mais encore dans les machines thermiques en général, les soufflantes et les compresseurs. Dans tous les cas, il s'agit de transmettre le mouvement alternatif d'un levier mû par un excentrique ou une came à un ou plusieurs distributeurs, en passant quelquefois par une série de leviers de renvois intermédiaires. L'étude de tels modes de distribution avait paru jusqu'ici trop compliquée pour pouvoir être abordée dans toute sa généralité. Mais tout dépend de la façon dant le problème est posé.

Si l'on considère, par exemple, le cas particulièrement compliqué d'une machine Corliss à quatre obturateurs commandés par un seul excentrique, la Géométrie fournit une solution rigoureuse et complète du tracé de la distribution lorsqu'on se donne *a priori* l'angle de calage et la course de l'excentrique, les angles d'oscillation et l'orientation des leviers des obturateurs, la position du plateau intermédiaire de renvoi de mouvement et l'orientation des rayons de ce plateau sur lesquels devront se trouver les tourillons des bielles de commande des obturateurs. Il ne reste plus, dans ces conditions, qu'à déterminer la longueur des leviers et des bielles constituant le mécanisme de transmission de mouvement.

Chaque obturateur décrit, dans son mouvement oscillatoire, deux angles adjacents à double parcours dont un seul est utile, et dont l'autre n'est qu'un angle de recouvrement. L'excentrique, de son côté, donne au plateau intermédiaire un mouvement oscillatoire qui, pour chacun des obturateurs, détermine également deux angles adjacents à double parcours, qui doivent correspondre exactement aux angles engendrés par le levier de l'obturateur considéré.

Le problème s'énonce comme suit : « Étant données deux paires d'angles adjacents décrits par des leviers orientés d'une façon quelconque dans un plan, déterminer la longueur de ces leviers et la longueur de leur bielle d'accouplement, de façon qu'à la double amplitude de l'un des leviers corresponde exactement la double amplitude, fixée d'avance, pour l'autre levier. »

L'auteur donne à ce problème une solution géométrique dans laquelle il n'est fait usage que de la règle et du compas.

Il y a toujours une solution et une seule. Les hypothèses faites laissent au constructeur toute latitude dans le choix des phases de la distribution qu'il veut réaliser.

(¹) J. Letombe, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 150, 27 juin 1910, p. 1736.



TRACTION ET LOCOMOTION.

CHEMINS DE FER.

L'électrification du tunnel de Sarnia (Canada) du Grand Trunk Railway, sous la rivière Saint-Clair.

En 1890 a été ouvert, par une société filiale de la grande Compagnie de Chemins de fer américaine du Grand Trunk Railway, la Saint-Clair Tunnel Company, une ligne de 3500 km de longueur passant par un tunnel de 1800 m de long sous la rivière Saint-Clair (*fig.* 1) près

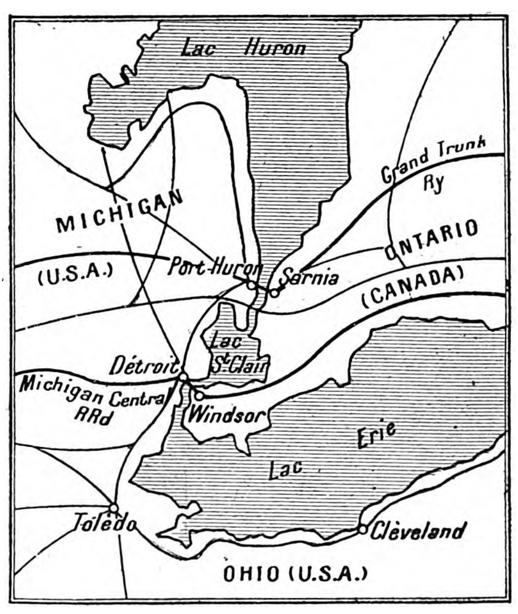


Fig. 1.

de la sortie du lac Huron, et reliant (*fig.* 1) la gare de Port-Huron dans le Michigan (États-Unis), avec la gare de Sarnia du district canadien d'Ontario. [Signalons en passant que la Compagnie du Michigan central Railroad procède en ce moment à l'électrification d'un autre tunnel situé sous la rivière Détroit, près du lac Erié, entre les stations de Windsor (Canada) et de Détroit Michigan (U. S. A.).] La ligne est à voie unique dans le tunnel, qui a 5,70 m de diamètre, et à double voie dans ses deux approches. Le service fut assuré au début par quatre locomotives à vapeur spéciales remorquant les trains de voyageurs et de marchandises entre Port-Huron et Ontario, où les locomotives ordinaires étaient décrochées. Ces machines, à cause de la rampe de 2 pour 100 existant sur les approches du tunnel, ne pouvaient traîner des charges supérieures à 760 tonnes et ne le faisaient qu'à une vitesse très lente.

L'augmentation du trafic et surtout du tonnage des trains décida la Compagnie à entreprendre l'électrification de la ligne, de manière à pouvoir réaliser, grâce à l'aide des locomotives électriques, des efforts de traction considérables et à obtenir de plus l'avantage appréciable pour les voyageurs d'une absence complète de fumée. La traction électrique a permis en outre de commander facilement et économiquement des pompes, installées sur les deux voies pour enlever les masses d'eau énormes qui aboutissent dans les tranchées des deux approches pendant la saison des pluies. Le service de ces pompes était jusqu'alors très onéreux, car il était assuré de chaque côté de la rivière par une usine à vapeur utilisée pendant une faible partie de l'année seulement. Enfin, l'électricité a permis de réaliser un éclairage intense et économique de toute la ligne, tunnel, approches, gares, etc. Après étude de la question, il fut décidé d'employer les courants alternatifs monophasés pour la traction et les courants triphasés pour les autres services, pompes, éclairage, ateliers. Toute l'installation électrique a été mise en service en mai 1908.

L'usine centrale, édifiée sur le bord de la rivière Saint-Clair du côté de Port-Huron, est un vaste bâtiment en fer et briques pratiquement incombustible. Elle contient quatre générateurs Babcock et Wilcox, avec chargeurs automatiques Jones et surchauffeurs, et deux groupes turbines à vapeur Parsons-alternateurs Westinghouse de chacun 1250 kilowatts faisant 1500 tours par minute. La condensation est produite par des condenseurs barométriques Worthington. Le rotor des alternateurs porte des bras de ventilation envoyant de l'air frais sur les enroulements. L'excitation est ordinairement produite par une génératrice à courant continu de 40 kilowatts, entraînée par un moteur triphasé à cage d'écureuil fonctionnant à 3000 volts; elle peut aussi, en cas de besoin, être fournie par deux excitatrices de 25 kilowatts chacune mues par moteurs à vapeur. Les alternateurs fournissent directement à 3300 volts des courants triphasés ou monophasés.

Le courant monophasé de traction à 3000 volts est distribué, sur les deux parties situées en dehors du tunnel, par les fils de travail (doubles en pleine voie et quadruples dans les gares) en cuivre accrochés par suspension à simple chaînette, par fil en acier galvanisé de 15,6 mm de diamètre monté sur des isolateurs fixés sur des portiques métalliques en treillis (voir *fig.* 2) établis tous les 75 m. Ces portiques supportent sur le côté les fideurs de traction et des fideurs à trois fils pour les pompes et l'éclairage. Une suspension spéciale à simple chaînette a été établie dans le tunnel de façon à ne pas descendre de plus de 75 mm au-dessous de la clef de voûte. Dans le tunnel, les fideurs sont logés dans quatre conduits disposés de chaque côté de la voûte.

Le service est assuré par trois locomotives pesant chacune 135 tonnes, capables de démarrer un train

de 1000 tonnes sur les rampes de 2 pour 100 et de le remorquer sur ces rampes à la vitesse de 16 km:heure, en développant un effort de traction de 22500 kg et à la vitesse maximum de 56 km: heure en palier. En pratique, les trains sont tracés seulement à la vitesse de 48 km:heure; la vitesse de marche est indiquée à chaque instant par un appareil placé devant les yeux du mécanicien.

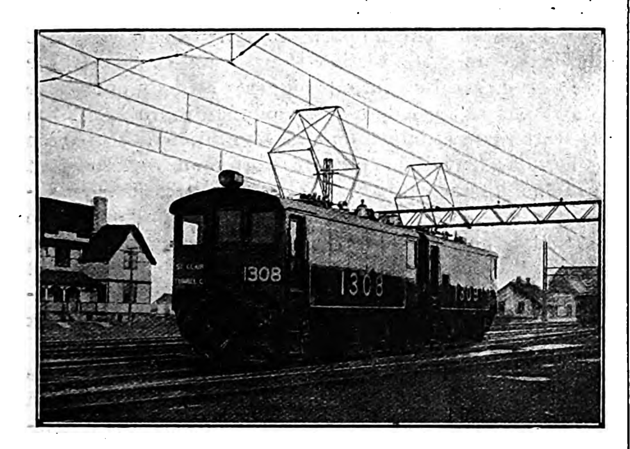


Fig. 2.

Chaque locomotive est en réalité double, c'est-à-dire composée de deux véhicules moteurs identiques accouplés ensemble pour la remorque des trains de marchandises (et conduites par un seul mécanicien) et dont un seul suffit généralement à la remorque des trains de voyageurs; on peut, bien entendu, accoupler ensemble, en cas de besoin, plus de deux unités. Chaque unité simple pèse 675 tonnes, a 6,95 m de longueur totale et possède trois essieux montés sur un châssis supportant une caisse rectangulaire de 2,90 m de largeur, à bouts vitrés, à laquelle on accède (*fig.* 2) par quatre portes latérales situées vers les bouts; la hauteur totale du véhicule, du rail au milieu du toit, est de 3,90 m. Au-dessus du toit est placé un archet pantographique, collecteur du courant de travail à 3000 volts, monté sur ressort et qui peut être replié ou déployé par l'air comprimé. Chacun des trois essieux, à roues de 1,54 m de diamètre, est commandé par engrenage par un moteur monophasé à collecteur de 250 chevaux, soit 750 chevaux par unité motrice simple et 1500 chevaux par locomotive doublée. Cette puissance peut être portée facilement à 2000 chevaux et même plus au besoin. A l'intérieur de la caisse, se trouve le transformateur à ventilation forcée, par de l'air provenant d'un ventilateur commandé par un petit moteur monophasé à 110 volts situé dans la caisse; ce ventilateur envoie également de l'air frais dans les trois moteurs. La caisse renferme encore les divers appareils de commande électro-pneumatique à unités multiples, le compresseur d'air et le petit groupe moteur asynchrone-générateur à courant continu pour la charge des deux batteries d'accumulateurs du système de commande. A chaque bout de la caisse se trouve un poste de manœuvre, comprenant le robinet du frein, les pédales de la sablière et du sifflet à air, le bouton de manœuvre de l'archet et le manipulateur dont la manette comporte 21 positions différentes. Les variations de vitesse sont obtenues en reliant les moteurs à différentes touches du secondaire du transformateur par des contacteurs électropneumatiques avec bobines de protection. Le chauffage des locomotives est assuré partiellement par l'air chaud sortant des transformateurs et pour le reste par des radiateurs électriques.

Le service très important des pompes comprend, à chaque bout du tunnel, deux puissantes pompes centrifuges accouplées directement à des moteurs électriques triphasés d'induction à 3000 volts, de chacun 200 chevaux de puissance du côté de Sarnia et de 100 chevaux du côté de Port-Huron. En outre, deux petites pompes centrifuges électriques ont été installées dans le tunnel au bas des rampes pour évacuer l'eau de condensation du tunnel; celles-là fonctionnent d'une manière presque continue. Les moteurs blindés qui les actionnent sont alimentés à 440 volts par des transformateurs logés dans le tunnel. Des transformateurs similaires servent à l'éclairage des tunnels par des lampes à incandescence, au nombre de 480, montées par quatre en série sur un fil à 440 volts. Dans les gares et ateliers des deux bouts de la ligne, l'éclairage est assuré par des lampes à incandescence alimentées directement à 110 volts par des transformateurs spéciaux. Enfin, les garages des deux gares sont éclairés par 30 lampes à arc fonctionnant avec du courant continu produit à l'usine centrale par un redresseur à mercure. Au total, environ 100 kilowatts sont employés pour l'éclairage; 100 autres kilowatts sont pris pour actionner diverses machines-outils dans les petits ateliers.

L'installation a fonctionné très régulièrement depuis sa mise en service, les conditions posées ont été largement remplies; la période de transition de la traction à vapeur à la traction électrique s'est faite aisément, en utilisant les anciens mécaniciens à vapeur comme mécaniciens électriques.

Le chemin de fer interurbain monophasé Rotterdam à la Haye et Scheveningue.

Rotterdam, port très important de la Hollande (379000 habitants) sur le Leck (branche de la Meuse), est relié à la cité royale de la Haye (120000 habitants) par une grande ligne de chemin de fer, mais cette ligne fait un détour assez grand en passant par Schiedam et Delft, de sorte que le trajet demande 32 à 37 minutes et est assez coûteux, bien que la distance à vol d'oiseau ne soit que de 23 km. Si l'on veut se rendre de la Haye à la plage très fréquentée de Scheveningue, on trouve des trains nombreux sur deux lignes de chemins de fer (partant de deux gares différentes) mais qui mettent 20 à 25 minutes pour faire un trajet de 11 km. Cette situation peu commode a amené, en 1900, une société à créer un chemin de fer interurbain électrique rapide et à départs fréquents, reliant directement Rotterdam à la Haye avec continuation sur Scheveningue. La traction avait été prévue au début en courant continu à 850 volts, avec usine génératrice triphasée, mais l'installation ayant

été retardée pour des causes diverses, on a décidé ensuite d'adopter la traction par courant alternatif monophasé distribué à 10 000 volts.

L'installation a été mise en service en octobre 1908. La ligne va presque en ligne droite (*fig.* 1) de Rotterdam

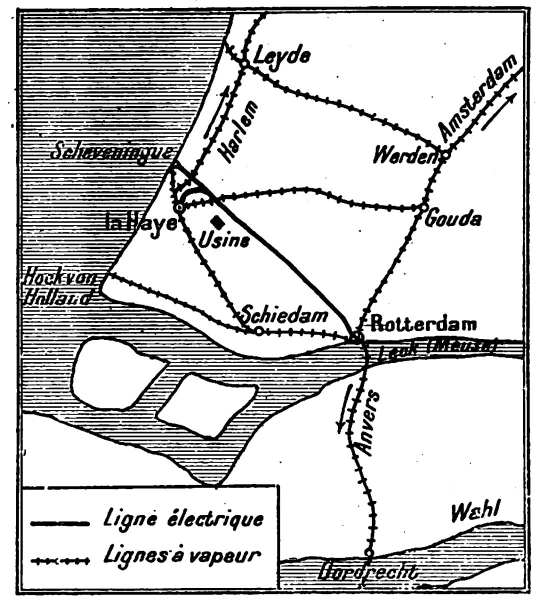


Fig. 1.

à Scheveningue, sur une distance de 30,5 km, en passant à 2 km à droite de la Haye, au kilomètre 20, où se trouve un triangle permettant d'envoyer des trains de Rotterdam sur Scheveningue en été et sur Rotterdam en hiver et des trains entre la Haye et Scheveningue. La longueur totale de la ligne, entièrement à double voie, est de 32,8 km. Il y a des trains express et omnibus; les premiers font le trajet de Rotterdam à la Haye en 23 minutes et à Scheveningue en 37 minutes.

La station centrale a été établie à Leidschendam, à 18,4 km de Rotterdam, sur des fondations en béton armé. Elle contient cinq générateurs produisant de la vapeur à 10 kg : cm² de pression et surchauffée à 300° et quatre groupes turbo-générateurs produisant des courants triphasés à 5000 volts et 25 p : s. Deux de ces groupes, installés au début, se composent de deux alternateurs Siemens-Schuckert de 850 kilowatts, montés sur l'arbre de deux turbines horizontales Gorlitz, avec condenseur par injection, de 1000 chevaux de puissance. Deux autres groupes, installés un peu plus tard, se composent de deux turbines Zoelly de 2600 à 3000 chevaux à 1500 tours, avec condenseur à surface actionnant directement deux alternateurs Siemens-Schuckert. Les courants triphasés à 5000 volts sont transformés en courants triphasés à 10 000 volts par quatre transformateurs Scott de 600 kilowatts et quatre de 1200 kilowatts. Cette disposition spéciale a été adoptée parce que les deux premiers alternateurs avaient leur construction presque terminée pour fournir des courants triphasés à 10 000 volts, lorsque la décision fut prise de marcher en biphasé; on coupla alors en parallèle les stators de ces deux alternateurs et l'on réduisit leur entrefer. Deux groupes moteur d'induction triphasé à 500 volts-génératrice à courant continu de 75 kilowatts à 220 volts servent à l'excitation des alternateurs et fournissent aussi le courant pour l'éclairage et les moteurs d'ateliers; les génératrices à courant continu sont couplées en parallèle avec une batterie d'accumulateurs de 120 éléments de 1050 ampères-heure de capacité.

De la station centrale partent quatre fideurs en cuivre nu de 80 mm² de section dont deux sont pris sur une des phases des courants biphasés et deux autres sur l'autre phase. Deux de ces fideurs aboutissent à 11,2 km de Rotterdam et alimentent les deux fils de la section de la ligne de travail partant de Rotterdam et s'étendant jusqu'au kilomètre 12,8. Les deux autres fideurs alimentent, au kilomètre 18, la section nord de la ligne partant du point 12,8 km, où se trouve une coupure isolée, et allant à Scheveningue et la Haye. Ces fideurs sont posés sur isolateurs sur les supports de la ligne de travail. Le retour du courant a lieu par les rails et par deux fideurs nus enterrés de 100 mm² de section chacun.

La ligne de travail à 10 000 volts, en fil de cuivre de 100 mm² à section en forme de 8, est suspendue à 5,40 m au-dessus du rail par le système à double chaînette; les supports sont, en pleine voie, des poteaux métalliques à double potence distants de 45 m environ et dans les gares, des portiques métalliques. Des tendeurs automatiques sont disposés tous les 100 m avec des contrepoids destinés à maintenir sur les fils de travail une tension constante de 400 kg; en ces points se trouvent des interrupteurs. Une double isolation est employée sur toute la ligne, qui est essayée périodiquement pendant les heures d'arrêts par un véhicule automoteur à accumulateurs, portant un transformateur donnant 25 000 à 30 000 volts. La ligne de travail est interrompue sur une des arches du pont basculant de Leidschenham; le parcours est fait sur ce petit espace sans courant par la vitesse acquise.

La voie de roulement est établie en rails de 35 kg au mètre posé sur des traverses en bois et ballast en pierre, en longueurs de 12 m réunies par des éclisses mécaniques et électriques.

Le matériel roulant se compose de 19 voitures motrices et 9 voitures de remorques. Les voitures motrices ont 17 m de long, 3,05 m de large, 4,20 m de hauteur totale et pèsent 45,4 tonnes. Elles sont montées sur deux bogies dont l'un porteur et l'autre moteur. Les roues de ce dernier sont commandées par engrenages par deux moteurs de chacun 180 chevaux à la vitesse de 750 tours par minute, du type à collecteur Siemens-Schuckert compensé comportant des pôles auxiliaires, et ont huit balais. Les voitures de remorque pèsent 30,6 tonnes. La caisse des voitures est à lanterneau et l'on y accède de chaque côté par deux portes aboutissant à deux petites plates-formes voisines des deux petites cabines fermées du mécanicien, placées aux extrémités du véhicule. Tout le reste de l'intérieur de la voiture est occupé par des bancs transversaux avec passage central. Certaines voitures motrices sont mixtes, à 24 places de deuxième et 49 de troisième classe, soit au total 73 places. D'autres, exclu-

sivement de deuxième classe, ont 56 places, mais il y a toujours une séparation par porte transversale dans chaque classe entre les *fumeurs* et les *non fumeurs*. Les neuf voitures de remorque, toutes de troisième classe, ont 88 places.

Le courant de travail à 10000 volts est pris par deux archets placés sur le toit des voitures motrices. Ces archets sont d'un type spécial créé par la maison Siemens-Schuckert et qui se comporte mieux, paraît-il, aux grandes vitesses, que le type pantographique. La tige frottante horizontale, en aluminium graissé, est reliée à deux axes, par un système de bielles articulées, opposées, avec ressorts, comme l'indique la figure 2.

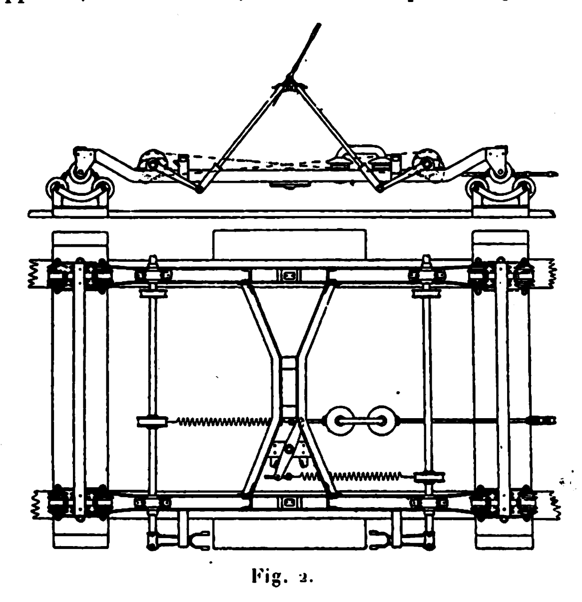


Fig. 2.

Les archets de tout un train peuvent être soulevés ou repliés à la fois par l'air comprimé, ils peuvent être aussi manœuvrés à la main.

Le courant venant des archets se rend dans un coffret à haute tension situé sous le châssis et contenant un interrupteur manœuvré électromagnétiquement, et deux fusibles dont un pour la traction et l'autre pour l'éclairage. Le courant passe ensuite dans un transformateur de traction et dans un transformateur d'éclairage, plongés tous deux dans l'huile et logés dans une boîte métallique à nervure fixée sous le châssis. Le transformateur de traction, qui est relié aux deux moteurs réunis constamment en tension, porte plusieurs bornes correspondant à sept tensions différentes variables de 266 à 674 volts, soit de 133 à 337 volts par moteur. Le courant est pris sur l'une de ces bornes par la manœuvre des contacteurs commandés par le manipulateur situé dans la cabine du mécanicien. Mais les moteurs ne sont pas reliés directement au secondaire du transformateur réducteur de tension; le courant venant des bornes secondaires de celui-ci se rend dans le primaire d'un transformateur dit *égalisateur*, à rapport de transformation égal à un, dont le secondaire alimente les deux moteurs en série; ce transformateur est destiné à permettre de couper, sans causer d'accident, un moteur avarié et d'éviter les interruptions complètes de circuit lors de l'ouverture des contacteurs produisant les variations de vitesse par variation de la tension fournie aux moteurs. La commande se fait par unités multiples car les trains comprennent généralement deux motrices et trois remorques. Pendant la saison d'été, les trains pour Scheveningue sont très nombreux; les voitures parcourent jusqu'à 571 km par jour. La vitesse de marche est 65 km à l'heure.

DIVERS.

Système Durtnall pour la propulsion des navires par l'électricité.

Nous avons déjà signalé quelques études faites en Angleterre en vue de la commande électrique des arbres des hélices des navires, où l'énergie nécessaire à la propulsion est fournie par des turbines à vapeur. Une nouvelle étude du même genre a été présentée récemment par M. Durtnall, à l'Institution of Naval Architects [1].

Le système proposé par M. Durtnall se compose de deux alternateurs triphasés calés sur l'arbre de la turbine et d'un moteur à induction également triphasé, mais bobiné pour une vitesse moindre, calé sur l'arbre de l'hélice.

Pour modifier la vitesse de l'hélice, il suffit de faire varier la fréquence et, pour cela, de connecter de différentes façon les deux alternateurs. Pour la vitesse minimum, l'induit du premier alternateur est connecté au rotor du second, de façon à créer dans celui-ci un champ tournant en sens inverse de la rotation de la turbine. On obtient ainsi une fréquence réduite dans les conducteurs connectant l'induit du deuxième alternateur au moteur.

Pour la vitesse moyenne, on alimente directement le moteur avec le courant d'induit du premier alternateur.

Pour la vitesse maximum, on relie le rotor du second alternateur à l'induit du premier, de façon à créer dans ce rotor un champ tournant dans le sens de la rotation de la turbine, et l'induit du second alternateur au moteur.

Enfin, pour renverser le sens de la marche, il suffit d'interchanger deux des fils aux bornes du moteur.

L'auteur insiste sur les avantages de ce dispositif et cite divers cas où il serait applicable avantageusement. Il permettrait notamment l'emploi, à bord des navires, des moteurs à explosion à grande vitesse, qu'il est impossible d'atteler directement aux arbres des hélices.

[1] Résumée dans *Electrical Engineering*, t. VI, 24 mars 1910.

MESURES ET ESSAIS.

APPAREILS DE MESURE.

Les mesures électriques au moyen de transformateurs d'intensité et de potentiel (1).

L'auteur s'est proposé de discuter ici, au point de vue pratique, les causes qui rendent nécessaires certaines corrections dans l'emploi des transformateurs de mesure; d'indiquer l'ordre de grandeur de ces corrections et d'exposer les meilleures méthodes pour déterminer les variations du rapport de transformation et du déphasage des courants primaire et secondaire.

Pour l'emploi avec les ampèremètres, il est nécessaire de connaître le rapport entre les courants primaire et secondaire dans diverses conditions, le transformateur alimentant des ampèremètres et d'autres appareils dont la résistance et la réactance totale diffèrent suivant les cas.

Pour la mesure des volts, des considérations analogues s'appliquent.

Pour la mesure des watts par l'intermédiaire de transformateurs de courant ou de potentiel, on sait qu'il faut tenir compte du déphasage entre les courants primaire et secondaire des transformateurs, si l'on veut pousser loin l'exactitude. On peut même dire que, surtout pour les transformateurs de courant, ces déphasages causent des erreurs beaucoup plus grandes que celle qui est due au wattmètre lui-même (déphasage entre les courants dans la bobine mobile et dans la bobine fixe).

Il est utile de se rendre compte de l'effet de ces divers angles de décalage sur les indications du wattmètre. Appelons α l'angle de déphasage dans le wattmètre lui-même, β l'angle dans le transformateur de courant, γ l'angle dans le transformateur de potentiel. En général, le déphasage dû au wattmètre est un retard du courant dans le circuit à fil fin sur le courant dans le circuit à gros fil, et dans ce cas on le considérera comme positif : $+\alpha$.

Les transformateurs de courant donnent un courant secondaire en avance sur le courant primaire, ce qui a le même effet sur le wattmètre qu'un retard du courant dans son circuit à fil fin. L'angle d'avance du courant dans le secondaire du transformateur s'écrira donc $+\beta$.

Les transformateurs de potentiel donnent une tension secondaire en avance sur la tension primaire. L'effet produit sur le wattmètre équivaut à une avance du courant dans le circuit à fil fin. L'angle d'avance de la tension secondaire dans le transformateur de potentiel s'écrira donc $-\gamma$.

On se rappellera que, dans tous les cas, les angles correctifs tendant à augmenter le déphasage entre le circuit des ampères et le circuit des volts dans le wattmètre seront considérés comme positifs, et ceux tendant à diminuer ce déphasage seront considérés comme négatifs. Donc, si la somme des angles correctifs est positive, les watts indiqués seront, pour un courant déphasé en arrière, plus élevés que les watts vrais.

Le retard du courant sur la tension dans le circuit principal sera représenté par un angle positif, $+\theta$, et l'avance par un angle négatif, $-\theta$. L'indication du wattmètre divisée par les voltampères donne le facteur de puissance apparent; si on l'appelle $\cos\theta_2$, on peut écrire

$$\cos\theta_2 = \frac{\text{watts indiqués}}{\text{volts ampères}} = \text{facteur de puissance apparent} = \cos(\theta \pm \alpha \pm \beta \pm \gamma)$$

ou

$$\cos\theta = \cos(\theta_2 \mp \alpha \mp \beta \mp \gamma).$$

Si le courant était en avance dans le circuit principal, l'angle θ_2 serait considéré comme négatif.

Le rapport du vrai facteur de puissance au facteur de puissance apparent est naturellement la correction qu'il faut apporter à l'indication de l'instrument, puisque cette indication est due au facteur de puissance apparent.

On a donc

$$\text{watts indiqués} \times \frac{\cos\theta}{\cos\theta_2} = \text{watts indiqués} \times \frac{\text{facteur de puissance vrai}}{\text{facteur de puissance apparent}} = \text{watts vrais.}$$

Dans certains cas, lorsqu'on emploie des wattmètres de faible capacité, il faut retrancher de l'indication de l'appareil les pertes dans les appareils eux-mêmes. Ayant déterminé le facteur de puissance apparent d'après les watts totaux, on appliquera la correction nécessaire due aux angles de déphasage et l'on retranchera du nombre obtenu les pertes, mesurées ou calculées, dans les circuits en dérivation.

Exemple.

Charge inductive; fréquence 25 périodes.

Transformateur de courant, rapport 39,64 : 1.

Transformateur de potentiel, rapport 19,94 : 1.

Volts : $104,4 \times 19,94 = 2082$.

Ampères : $2,5 \times 39,64 = 99,1$.

Volts-ampères : 206 360 Watts lus : 53.

Watts apparents $= 53 \times 39,64 \times 19,94 = 41\,893$.

$$\cos\theta_2 = \frac{41\,893}{206\,360} = 0,203 01.$$

Donc

$$\theta_2 = 78^\circ 17' 20''.$$

(1) L.-T. ROBINSON, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 28 juin 1909 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXVIII, juillet 1909, p. 981-1015).

A 25 périodes, α est négligeable :

$$\beta = +55'; \qquad \gamma = -38';$$
$$\theta = 78°17'20'' + 55' - 38' = 78°34'20'';$$
$$\cos\theta = 0,1981.$$

Donc les watts vrais sont

$$41\,893 \times \frac{0,1981}{0,203} = 40\,880.$$

Il faudra retrancher les pertes dans les appareils et dans le transformateur de potentiel, si elles sont appréciables et si le mode de connexion employé les fait enregistrer par le wattmètre. Dans l'exemple actuel, elles sont négligeables. Si le courant de charge est en avance sur la tension, on changera le signe de θ_2; on écrira

$$\theta_2 = -78°17'20'' \qquad \text{et} \qquad \theta = -\theta_2 + \alpha.$$

L'auteur publie deux Tables qui donnent, pour les différentes valeurs du facteur de puissance apparent $\cos\theta_2$ et de la somme $\alpha \pm \beta \pm \gamma$, les valeurs du facteur de correction $\frac{\cos\theta}{\cos\theta_2}$.

On peut, par ces Tables, voir entre quelles limites d'exactitude et de facteur de puissance on peut négliger la correction du déphasage. On peut voir aussi l'influence de la variation du facteur de puissance du circuit pour une valeur donnée de la somme $\alpha \pm \beta \pm \gamma$.

Si l'on veut maintenir à moins de 1 pour 100 l'erreur due au déphasage des courants primaire et secondaire, et si la somme des angles correctifs est égale à 30′, la correction doit être appliquée quand le facteur de puissance devient inférieur à 0,7. Pour un facteur de puissance égal à 0,5, l'erreur due à cette cause monterait à environ 1,5 pour 100, et, pour un facteur de puissance égal à 0,1, l'erreur serait presque de 9 pour 100. Pour maintenir l'erreur au-dessous de cette même limite de 1 pour 100, même si le facteur de puissance s'abaisse jusqu'à 0,1, la somme des angles correctifs doit être inférieure à 5′. On constate aussi que, dans les limites où ces corrections sont ordinairement utiles, le facteur correctif est presque proportionnel à l'angle $\alpha \pm \beta \pm \gamma$. Pour un facteur de puissance unité, l'angle correctif n'a pas d'effet appréciable jusqu'au point où il dépasse de beaucoup les valeurs qu'il atteint ordinairement en pratique.

Il est parfois nécessaire de mesurer, par une méthode indirecte, le rapport de transformation et le déphasage, surtout pour les transformateurs de courant. Avant d'exposer cette méthode, l'auteur donne quelques indications sur ces appareils, qui se trouvent dans des conditions différentes de celles des transformateurs alimentés à potentiel constant.

Le transformateur de courant. — Le courant qui circule dans le primaire du transformateur de courant peut être considéré comme formé de deux composantes : celle qui se transforme en courant secondaire et celle qui sert à exciter le noyau. Le diagramme de la figure 1 montre la relation qui existe entre le courant d'excitation, le courant primaire et le courant secondaire. Le courant d'excitation, très faible par rapport aux deux autres, n'est pas porté à l'échelle sur le diagramme; cette petitesse de la composante d'excitation ne permet pas de déterminer graphiquement avec exactitude les valeurs du rapport de transformation et du déphasage.

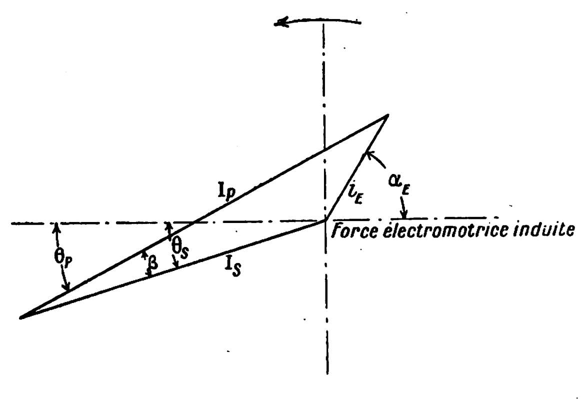


Fig. 1.

Dans le diagramme, i_e représente les ampères-tours d'excitation, I_s les ampères-tours secondaires, faisant avec la force électromotrice secondaire un angle θ_s correspondant au facteur de puissance de la charge secondaire. Cette charge se divise en deux : celle qui est extérieure au transformateur et celle qui est due à la résistance et à la réactance du secondaire du transformateur. La réactance du secondaire est inappréciable dans tous les transformateurs qu'on a examinés. I_p représente les ampères-tours primaires changés de sens. α_e est l'angle de retard du courant d'excitation; β est l'angle de déphasage entre les courants primaire et secondaire; θ_s est l'angle de retard du courant secondaire, dû aux parties interne et externe du circuit; θ_p est l'angle de retard du courant primaire. Les vecteurs sont supposés tourner dans le sens des aiguilles d'une montre. Le courant d'excitation représente les ampères-tours nécessaires pour développer la tension $I_s Z_s$, I_s étant le courant secondaire et Z_s l'impédance totale du circuit secondaire en ohms.

L'examen du diagramme montre que le rapport de transformation et le déphasage entre les courants primaire et secondaire dépendent de l'impédance du circuit secondaire, de son facteur de puissance, du facteur de puissance du courant d'excitation et des ampères-tours pour lesquels le transformateur est construit.

Le courant secondaire peut être en avance sur le courant primaire d'un angle $+\beta$, ou en retard sur ce courant d'un angle $-\beta$, selon que le facteur de puissance du courant secondaire est plus haut ou plus bas que celui du courant d'excitation. Si ces facteurs de puissance sont égaux, il n'y aura pas de déphasage. Le diagramme montre aussi qu'avec une charge non inductive sur le secondaire du transformateur, le rapport de transformation est relativement peu affecté par la grandeur du courant d'excitation, tandis que le déphasage est fortement influencé dans ces conditions. D'autre part, quand le facteur de puissance du secondaire est bas et à peu près égal à celui du courant d'excitation, les variations de ce

dernier courant ont beaucoup d'effet sur le rapport de transformation, mais fort peu sur le déphasage.

Partant de ces données, on conçoit quels essais doivent être effectués sur un transformateur. Le rapport de transformation et le déphasage sont affectés par les variations de la fréquence, du courant primaire, de l'impédance du circuit secondaire, du facteur de puissance de ce circuit, ou de la forme d'onde du courant primaire.

De faibles variations de fréquence ont peu d'effet sur le rapport de transformation. Il suffira de faire des essais à 60 et à 25 périodes; on interpolera pour les fréquences intermédiaires.

Les variations du courant primaire affectent le rapport de transformation, parce que le courant d'excitation nécessaire pour produire la force électromotrice qui fait circuler le courant secondaire dans son circuit n'est pas proportionnel à ce courant pour une charge extérieure donnée dans le secondaire. Il faudra essayer le transformateur entre le dixième de charge et la pleine charge.

Les variations de l'impédance du circuit secondaire affectent le rapport de transformation et le déphasage, et, comme on l'a dit plus haut, le facteur de puissance du circuit secondaire influe aussi sur ces quantités. Il faudrait donc essayer le transformateur avec différents facteurs de puissance au secondaire, et pour chacun de ces facteurs de puissance faire croître l'impédance du minimum au maximum. Mais on peut abréger en remarquant que, pratiquement, les charges secondaires de faible impédance ont un facteur de puissance relativement élevé, et les charges plus fortes une réactance plus grande. Il suffira donc de faire l'essai du transformateur aux deux fréquences de 25 et de 60 périodes et avec 5 charges qui représenteront les différents circuits qu'un transformateur de courant peut avoir à alimenter en pratique, depuis un seul appareil avec quelques mètres de fil jusqu'à un solénoïde actionnant directement un interrupteur à huile, Ces charges seront par exemple les suivantes :

	AMPÈRES.	VOLTS.	WATTS.	VOLTS-AMPÈRES.	FACTEUR de puissance.	RÉSISTANCE.	RÉACTANCE à 60 périodes par seconde.
Charge nº 1	5	2,104	8,32	10,52	0,79	0,3325	0,1578
» nº 2	5	3,72	15,34	18,6	0,829	0,6168	0,4167
» nº 3	5	4,98	16,06	24,9	0,645	0,6423	0,7615
» nº 4	5	9,36	22,9	46,8	0,489	0,9155	1,6325
» nº 5	5	27,5	49,09	137,5	0,357	1,964	5,140

Ces charges peuvent représenter les appareils industriels suivants :

Charge nº 1. — Ampèremètre portatif, wattmètre portatif et 15 m de conducteur double; ou deux appareils de tableau avec 4 m à 5 m de conducteur double, ou un seul appareil de tableau avec 60 m de conducteur.

Charge nº 2. — La même que la charge 1, plus un appareil de tableau ou deux appareils portatifs.

Charge nº 3. — Deux appareils de tableau, un relais et 15 m de conducteur double.

Charge nº 4. — Le nombre maximum d'appareils de tableau, jusqu'à quatre ou cinq, plus un relais et les connexions.

Charge nº 5. — Un solénoïde actionnant directement un interrupteur à huile, plus des ampèremètres et les connexions.

Ces charges conviennent aux transformateurs qu'on établit pour les besoins ordinaires des tableaux de distribution. Naturellement, les transformateurs destinés à des usages spéciaux n'ont besoin d'être essayés qu'avec la charge qui doit leur être appliquée.

Détermination du rapport de transformation et du déphasage par des électrodynamomètres à miroir. — La bobine fixe de l'électrodynamomètre primaire, mise en série avec un shunt, est placée dans le circuit d'alimentation. La bobine mobile, en série avec une résistance r_p, est mise en dérivation aux bornes du shunt. En choisissant des valeurs convenables pour r_p et pour la résistance R_p du shunt, on peut obtenir une bonne déviation, depuis le dixième de charge jusqu'à la pleine charge. Un dispositif semblable, généralement d'une capacité maxima de 5 ampères, est placé dans le secondaire. Dans ce circuit, les volts-ampères absorbés par l'ensemble de l'appareil doivent être limités; ordinairement il faut 2 volts pour le courant maximum de 5 ampères : c'est la charge nº 1 indiquée plus haut.

Les appareils primaire et secondaire ont été d'abord soigneusement étalonnés en courant continu au moyen d'un potentiomètre. Dans l'essai, on amène le courant primaire à une des valeurs d'étalonnage et on lit le courant secondaire correspondant. On divise ensuite cette lecture par la lecture obtenue en étalonnant l'appareil secondaire au courant correspondant au rapport nominal, et la racine carrée de ce quotient est le facteur de correction qu'il faut appliquer au rapport nominal pour avoir le rapport vrai.

Le succès de cette méthode dépend entièrement de l'exactitude des appareils employés. Elle a donné des résultats plus satisfaisants que toute autre.

La figure 3 indique le montage employé pour la détermination de l'angle de déphasage entre les courants primaire et secondaire. On se sert des mêmes électrodynamomètres que dans l'essai précédent, mais les bobines à fil fin, au lieu d'être fermées sur des shunts, sont reliées à un décaleur de phase qu'on fait tourner jusqu'à ce que la déviation de l'électrodynamomètre primaire



soit nulle. L'angle de déphasage est alors

$$\beta = \text{arc sin} \frac{W_s}{I_s \times E},$$

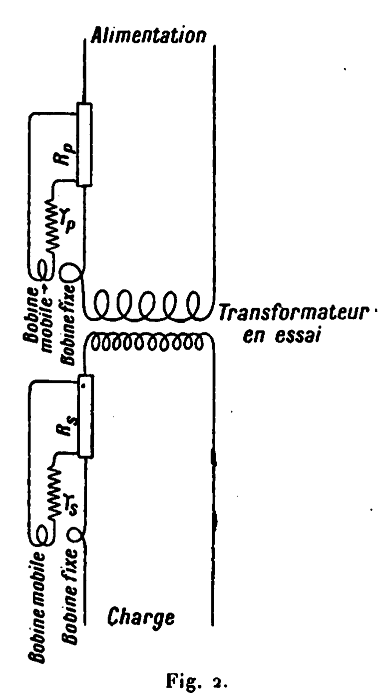


Fig. 2.

I_s étant le courant secondaire du transformateur, W_s les watts indiqués par l'électrodynamomètre secondaire, E le voltage donné par le décaleur de phase, au point où la bobine à fil fin est reliée.

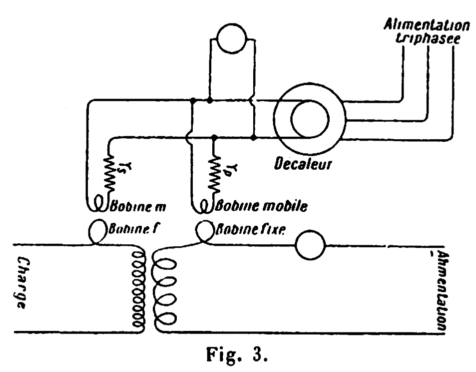


Fig. 3.

Pour obtenir des résultats exacts, les résistances r'' et r_s employées dans la méthode précédente doivent être pratiquement dépourvues d'inductance et de capacité et si les bobines mobiles des appareils ont une inductance appréciable, leurs constantes de temps doivent être égales. Dans les essais décrits ici, on a trouvé préférable de rendre cette inductance pratiquement nulle.

On peut aussi employer, pour déterminer le rapport de transformation, la méthode qu'indique la figure 4. Deux shunts non inductifs, l'un fixe et l'autre réglable, sont intercalés dans les circuits primaire et secondaire. Le montage étant fait comme l'indique la figure, il suffit d'employer un galvanomètre à courant alternatif assez sensible pour constater l'égalité des tensions aux bornes des deux shunts. On fait varier la résistance du shunt secondaire jusqu'à ce que cet équilibre soit obtenu; le rapport de transformation est alors égal au rapport des résistances des deux shunts $\frac{R_s}{R_p}$. L'égalité des tensions peut aussi être décelée par un commutateur redresseur alimentant un galvanomètre à courant continu ou encore par la bobine mobile d'un des électrodynamomètres à miroir fonctionnant sur shunts, dont la bobine fixe est excitée par le courant du même circuit. Cette dernière variante est représentée par le petit schéma supplémentaire en bas de la figure 4.

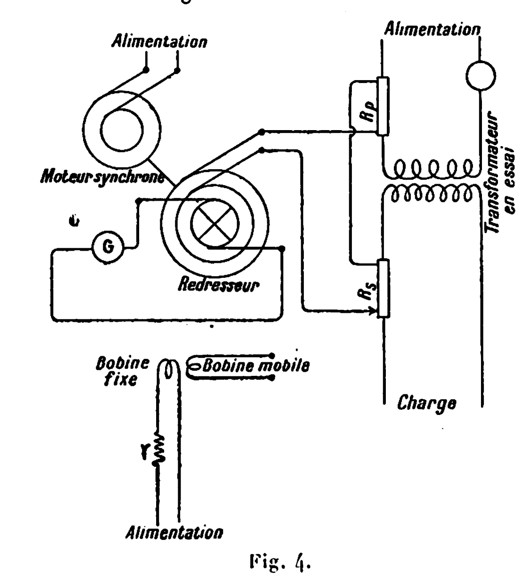


Fig. 4.

La figure 5 représente les résultats d'essai d'un transformateur de courant. On a porté en abscisses le courant

Fig. 5.

primaire exprimé en taux pour 100 du courant maximum, et en ordonnées : d'une part, le quotient du rapport de transformation réel par le rapport nominal ; d'autre part,

l'angle de déphasage exprimé en degrés et minutes. Les essais ont été faits pour les diverses charges 1, 2, 3, 4, 5 indiquées plus haut et à deux fréquences : 25 p : s (courbes en trait plein) et 60 p : s (courbes en trait interrompu).

Le transformateur de potentiel. — La détermination du rapport de transformation et du déphasage est beaucoup plus facile pour les transformateurs de potentiel que pour les transformateurs de courant. La méthode suivante est celle qui a été trouvée la plus exacte. On met en dérivation sur le circuit primaire les résistances r_1 et r_2 (*fig.* 6) avec des prises de courant pour les diverses

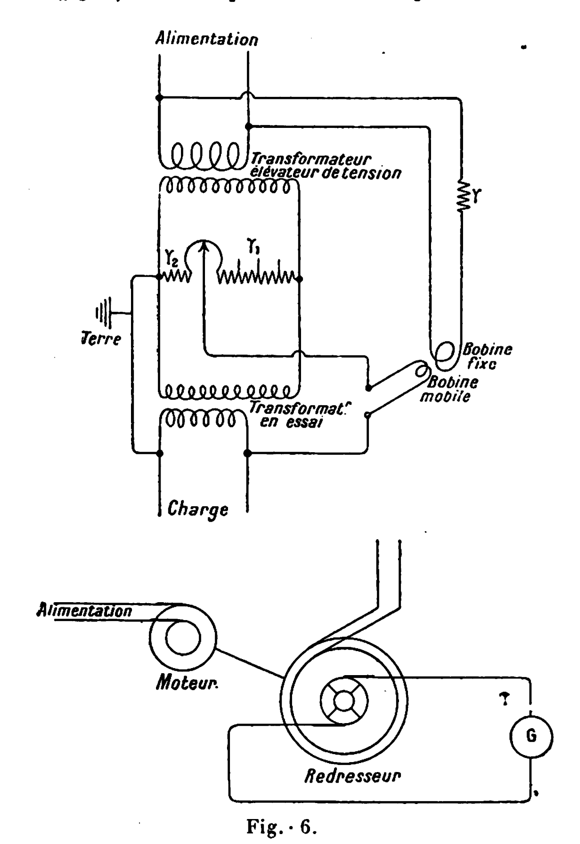


Fig. 6.

tensions, de façon à avoir environ 10 ohms par volt. Les circuits primaire et secondaire ont un point commun qu'on met au sol. La polarité est telle que l'élévation de potentiel à partir du sol ait lieu dans le même sens dans les circuits primaire et secondaire. On peut donc trouver sur la résistance primaire un point au même potentiel que le côté du secondaire non mis au sol. On a alors

$$\text{Rapport de transformation} = \frac{r_1 + r_2}{r_2}.$$

L'égalité du potentiel se constate soit par un électrodynamomètre, soit au moyen d'un redresseur de courant alimentant un galvanomètre à courant continu. Les deux schémas de la figure 6 indiquent ces deux systèmes. Le déplacement du contact mobile sur la résistance primaire se fait au moyen d'un commutateur à 100 plots, dont chacun fait varier d'un ohm la résistance.

Pour déterminer l'angle de déphasage entre la tension primaire et la tension secondaire, on opère à peu près comme pour les transformateurs de courant. La figure 7 montre le schéma des connexions.

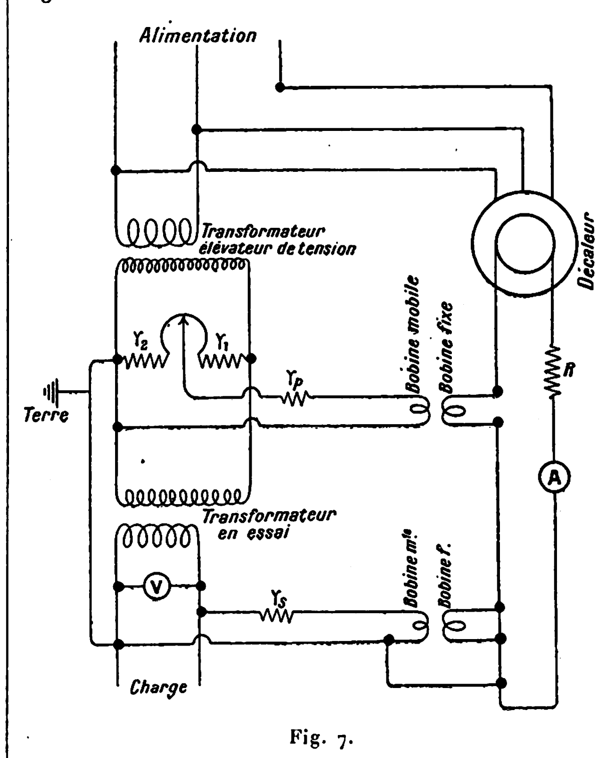


Fig. 7.

Le courant de ligne, diphasé ou triphasé, est amené d'une part à un décaleur, d'autre part au côté à basse tension d'un transformateur élévateur, qui peut être un second modèle du transformateur en essai. Le courant fourni par le secondaire du décaleur passe dans les bobines à gros fil, montées en série, de deux électrodynamomètres, ordinairement d'une capacité de 5 ampères; la résistance R sert à régler le courant à la valeur convenable pour la sensibilité désirée. On couple en parallèle avec le primaire du transformateur en essai la même résistance que pour l'essai du rapport de transformation, et l'on emploie la chute de tension produite par une forte partie de cette résistance à exciter la bobine mobile de l'électrodynamomètre primaire. Les résistances r_p, r_1, r_2 et r_s doivent être pratiquement exemptes de self-induction, comme dans l'essai correspondant des transformateurs de courant. La tension secondaire du transformateur en essai sert à exciter la bobine à fil fin de l'électrodynamomètre secondaire par l'intermédiaire de la résistance r_s. La bobine ampèremétrique et la bobine voltmétrique de l'électrodynamomètre secondaire doivent être reliées ensemble, comme le montre la figure. On règle alors aux valeurs voulues l'intensité et le facteur de puissance dans le secondaire du transformateur en essai, et l'on décale le courant dans les bobines ampère-

métriques jusqu'à ce que l'électrodynamomètre primaire indique zéro. L'angle de déphasage entre les forces électromotrices primaire et secondaire est alors

$$\gamma = \text{arc sin} \frac{W_s}{E \times A},$$

W_s, E et A ayant les mêmes significations que dans la mesure correspondante pour le transformateur de courant.

Le voltmètre est employé pour ajuster la tension d'essai du transformateur; si on le laisse pendant l'essai, il doit être considéré comme faisant partie de la charge de cet appareil.

On s'est demandé si les transformateurs de courant ne donnaient pas au secondaire une onde différente de l'onde primaire. Des recherches oscillographiques, faites à dessein sur une onde primaire très déformée, ont montré qu'il n'en est rien.

Les wattmètres, quand on les emploie sans transformateurs de courant ni de potentiel, peuvent être construits de manière à donner des indications aussi exactes que peut l'être leur lecture, même pour un facteur de puissance de 10 ou 15 pour 100. Dans certaines conditions qui peuvent se présenter dans la pratique, il est bon de connaître et d'appliquer les corrections aux instruments eux-mêmes. Si les conditions sont telles que, pour obtenir l'exactitude voulue, il faille tenir compte du déphasage dans le wattmètre, il vaut mieux ne pas employer de transformateurs, à moins que les conditions ne soient assez favorables et que les corrections des transformateurs ne soient déterminées avec grand soin.

P. L.

Galvanomètre à aiguille et cadre mobile de Hartmann et Braun [1].

Les constructeurs ont cherché à établir un galvanomètre Desprez-d'Arsonval portatif et de haute sensibilité, affranchi des précautions de réglage exigées par les appareils de laboratoire. La figure 1 indique le système de suspension du cadre, qui constitue le point remarquable de leur perfectionnement et la figure 2 est une photographie de l'appareil. Un bout du fil porteur est soudé au bas de l'équipage en b, l'autre bout est pincé dans le support supérieur a; en d'autres termes, le point d'attache est au-dessous du centre de gravité du système qui se trouve ainsi en équilibre instable. Grâce à cet artifice on a pu donner au fil une assez grande longueur sans encombrer l'ensemble d'une cloche ou d'un tube. Le centrage et la stabilité sont assurés de la façon suivante : au haut du cadre est fixé un crochet qui se termine par un pivot très fin qui joue dans une crapaudine circulaire centrée sur la pince a; le grain b est aussi prolongé par un pivot guidé dans un anneau. Ni les pivots, ni les crapaudines, ne supportent la moindre charge; ils servent uniquement à empêcher les balancements du cadre avec un frottement minimum.

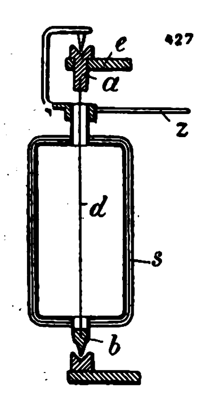


Fig. 1. — Dispositif de suspension de l'équipage d'un galvanomètre portatif de Hartmann et Braun.

La longueur du fil le garantit contre les réactions élastiques parasites qui pourraient résulter de torsion de grande amplitude et de longue durée. Aussi l'appareil s'emploie-t-il également bien dans les méthodes de zéro

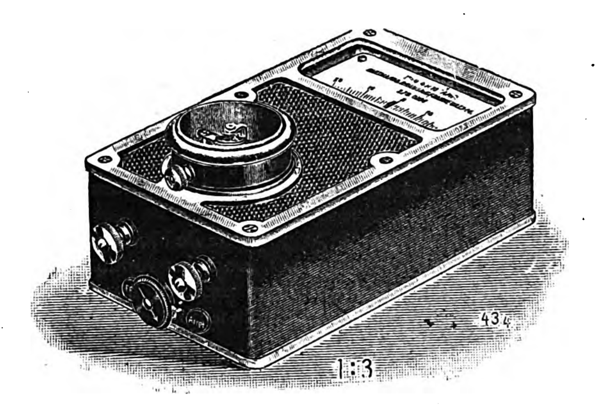


Fig. 2. — Photographie du galvanomètre portatif.

et les méthodes de déviation. Une inclinaison de 10° n'influence pas la mobilité de l'équipage. Un de ces galvanomètres de 3 ohms de résistance a une durée d'oscillation de 3,2 secondes. Non amorti il devient apériodique quand la résistance du circuit extérieur est de 9 ohms; de sorte que sa résistance critique est d'environ 12 ohms. Comme une déviation de 1° correspond à 26×10^{-7} ampère, on peut mesurer 31×10^{-6} volt. Un autre galvanomètre a une résistance de 280 ohms; l'aiguille dévie de 1° pour 32×10^{-8} ampère. Les divisions étant écartées de 1,5 mm, on apprécie encore facilement le $\frac{1}{10}$ dans les deux cas.

B. K.

[1] M. Molls, *Physikalische Zeitschrift*, t. XI, 15 janvier 1910, p. 55.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

EXPOSITION DE BRUXELLES.

L'Électricité à l'Exposition internationale de Bruxelles 1910.

1. L'initiative de l'Exposition est due à une Société anonyme, la « Compagnie de l'Exposition de Bruxelles 1910 », qui s'est constituée le 18 avril 1906, au capital de 2650000 fr. Le Conseil d'administration de cette Société, présidé par le baron Baeyens, gouverneur de la Société générale de Belgique, a investi de tous ses pouvoirs un comité exécutif dont le président est M. le baron Janssens et les directeurs généraux MM. le comte van der Burckt et Keym.

Un arrêté royal a institué une commission chargée d'encourager la participation des producteurs belges à l'Exposition. Le Commissariat général du gouvernement est dirigé par le duc d'Ursel. Les bureaux de ces organismes se trouvent à l'entrée de gauche du hall belge. Les travaux d'exécution de l'Exposition sont dirigés par l'ingénieur en chef Masoin et l'architecte Acker, les sciences mécaniques et électriques étant sous la conduite de M. de Loneux dont les bureaux se trouvent derrière le hall des Machines, en U (*voir* plan).

Le commissaire général représente le gouvernement auprès du comité exécutif de la société organisatrice de l'Exposition et auprès des Commissaires généraux ou délégués des pays étrangers participant à l'Exposition. Il peut être intéressant de noter que l'Allemagne, l'Angleterre, l'Italie et la Hollande sont représentées officiellement pour la première fois.

Le Brésil, l'Espagne, la principauté de Monaco, la république de Haïti, la Chine, le Pérou, les républiques de Nicaragua, d'Uruguay ont leurs produits exposés dans des pavillons séparés dont l'emplacement est indiqué au plan.

Le Japon, les États-Unis, la Suisse, l'Autriche, la Turquie, le Danemarck, la Perse, le Guatémala, la Grèce, la république Dominicaine et le grand-duché de Luxembourg ont leurs stands groupés dans le voisinage immédiat du hall des Machines.

Le Tableau publié ci-après donne une idée de l'importance de la participation des pays étrangers.

2. L'Exposition a été inaugurée solennellement par leurs Majestés le roi Albert et la reine Elisabeth le 23 avril dernier, au milieu d'une affluence considérable, faisant entrevoir le succès éclatant qui attendait l'œuvre du comité organisateur. Successivement les diverses sections étrangères ont été ouvertes au public après les cérémonies officielles d'usage. Le succès s'est dessiné de plus en plus, et c'est en foule que les visiteurs se pressent actuellement dans les halls et les jardins de la Worlds'Fair belge.

Admirablement située sur la lisière du bois de la Cambre, elle couvre une superficie d'environ 85 hectares dont 22 sont couverts, alors que l'Exposition de 1897, au parc du Cinquantenaire, ne comportait qu'une quinzaine d'hectares. Elle s'étend par moitié sur le territoire de la ville de Bruxelles et sur celui de la commune d'Ixelles, séparée en deux par l'avenue de Solbosch que trois ponts enjambent de manière à assurer une communication facile entre les deux rives.

3. Les bâtiments peuvent se diviser en halls et en pavillons isolés dont le Tableau ci-dessous donne une classification :

Pays.	Halls industriels.	Halls des machines.	Halls des chemins de fer.	Pavillons
Belgique	39,600	12,500	6,900	14,500
Allemagne	12,000	12,000	2,800	2,500
Angleterre	14,850	5,930	»	»
France	29,560	1,900	1,500	6,000
Hollande	»	1,740	»	2,975
Italie	8,200	1,370	940	650
Suisse	810	517	»	»

Le comité organisateur a rangé les divers produits exposés en 22 groupes et 128 classes dont on trouve les détails dans les catalogues. Je me borne à donner le détail du groupe intéressant spécialement les électriciens.

Groupe I. — Éducation et instruction (6 classes).
Groupe II. — Beaux-Arts (4 classes).
Groupe III. — Applications et procédés généraux relatifs aux Sciences et aux Arts (8 classes)
Groupe IV. — Mécanique industrielle (4 classes).
Groupe V. — Electricité (classe 23), production et utilisation (classe 24), électrochimie (classe 25), éclairage électrique (classe 26), télégraphie et téléphonie (classe 27), applications diverses de l'électricité.
Groupe VI. — Génie civil et moyens de transport (7 classes).
Groupe VII. — Agriculture (8 classes).
Groupe VIII. — Horticulture et arboriculture (6 classes).
Groupe IX. — Eaux et forêts, chasse et pêche, etc., (6 classes).
Groupe X. — Alimentation (8 classes).
Groupe XI. — Mines et métallurgie (3 classes).
Groupe XII. — Décoration et mobilier (10 classes).
Groupe XIII. — Industrie textile (11 classes).
Groupe XIV. — Industrie chimique (5 classes).
Groupe XV. — Industries diverses (9 classes). (classe 99 : industrie du caoutchouc).
Groupe XVI. — Économie sociale (10 classes).
Groupe XVII. — Hygiène et institutions charitables (2 classes).
Groupe XVIII. — Education et travaux de la femme (3 classes).
Groupe XIX. — Commerce et colonisation (4 classes).
Groupe XX. — Armée et Marine (6 classes).
Groupe XXI. — Les sports (3 classes).
Groupe XXI . — Congrès et conférences.

4. Les produits d'un même pays sont en général groupés dans un même hall, ou dans un même pavillon, à l'exception toutefois de ceux du groupe IV, classe 19, 20 (machines motrices), et du groupe V (classe 23), qui sont réunis dans le hall international des machines. Le matériel pour chemins de fer se trouve également groupé dans un hall international. Cependant, la Belgique occupe divers halls des deux côtés de l'avenue des Con-



cessions. De même, la France, en dehors du hall de l'Industrie, dispose d'une galerie longeant les jardins de la Ville de Paris, et de divers pavillons, à droite de l'allée des Concessions, consacrés à l'automobile, la navigation et aux produits de ses colonies.

L'exposition allemande est tout à fait autonome. Elle comprend un groupe de bâtiments situés entre la plaine des attractions et la chaussée de Boendael, dans lesquels on trouve : un restaurant de luxe, un pavillon de réception, une salle de machines avec chaudière et un hall pour le matériel des chemins de fer. Ensuite divers halls consacrés à la Mécanique, aux Machines agricoles, au Génie civil, aux Arts et Métiers, à l'Enseignement, aux Sciences physiques, etc.

5. Comme l'indique le plan, l'entrée principale de l'Exposition se trouve à l'extrémité de l'avenue Emile de Mot, se détachant de l'avenue Louise et de l'avenue des Nations, par où de nombreuses lignes de train se dirigent vers les diverses parties de la ville de Bruxelles.

La Compagnie des Tramways bruxellois a d'ailleurs installé une gare à l'intérieur de l'Exposition et prévu l'organisation d'un service intensif, permettant d'acheminer 10 000 voyageurs par heure. En particulier, des voitures directes, marquées X, assurent les communications entre les gares principales de l'agglomération bruxelloise et l'Exposition. Des voitures de la Société des Tramways économiques font un service direct entre le centre de la ville (Bourse) et l'avenue De Mot. D'autres lignes des Tramways bruxellois passent par l'avenue de Solbosch et d'autres encore contournent, par la chaussée de Bœndael, la partie nord-est. Les voies de communications rapides et économiques permettant d'atteindre facilement les diverses sections de l'Exposition abondent donc. Dans toute l'agglomération bruxelloise existe d'ailleurs, depuis peu de temps, un service de taxi-autos.

6. Abstraction faite de la section allemande qui a sa propre centrale, le service électrique de la partie de l'Exposition située sur le territoire de Bruxelles est assuré par une sous-station indiquée au plan, située dans le voisinage de la salle des fêtes. Raccordée à la centrale de la ville de Bruxelles, elle est prévue pour une puissance de 1900 kilowatts, et comprend quatre groupes moteurs générateurs de 400 kilowatts et deux de 170 kilowatts triphasés, 5000 volts, 50 périodes, produisant du courant continu à deux fois 110 volts.

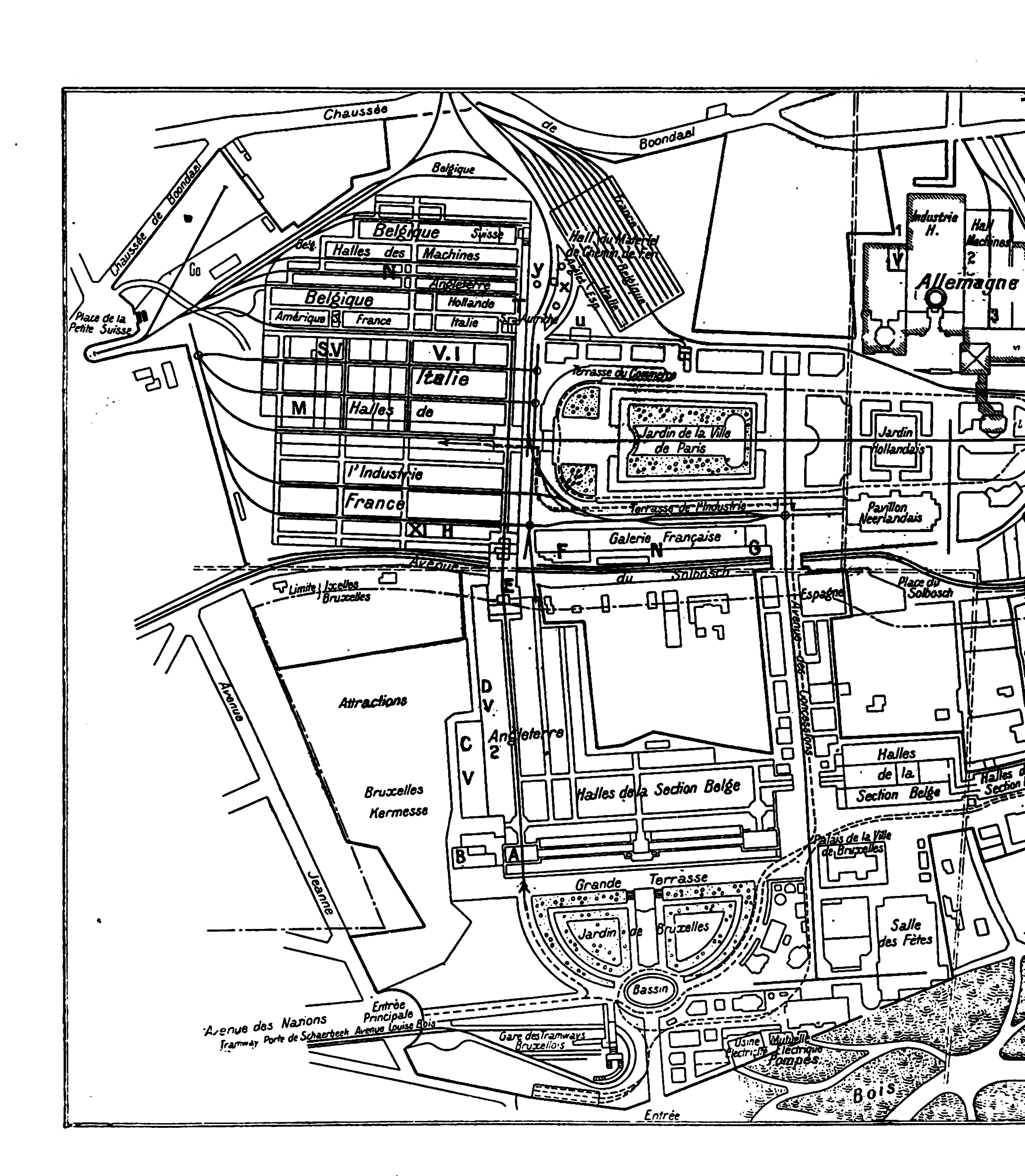
Cette installation faite par la Compagnie internationale d'Électricité est très intéressante. Le service électrique de la partie située sur Ixelles est assuré par les machines reprises dans le Tableau ci-après, qui m'a été obligeamment communiqué par M. le Directeur de Loneux; elles fonctionnent dans le hall international des machines et mettent à la disposition du service électrique une puissance de 3100 kilowatts.

Le tableau de distribution se trouve à l'extrémité sud-est de la salle et commande également trois groupes moteurs transformateurs de 200 kilowatts, 220 volts qui assurèrent le service pendant les travaux d'installation. Les machines à vapeur sont alimentées par une batterie de 10 chaudières tubulaires des anciens établissements Denayer, à Willebroch. Chaque chaudière a 255 m² de surface de chauffe, 5,55 m², de surface de grille;

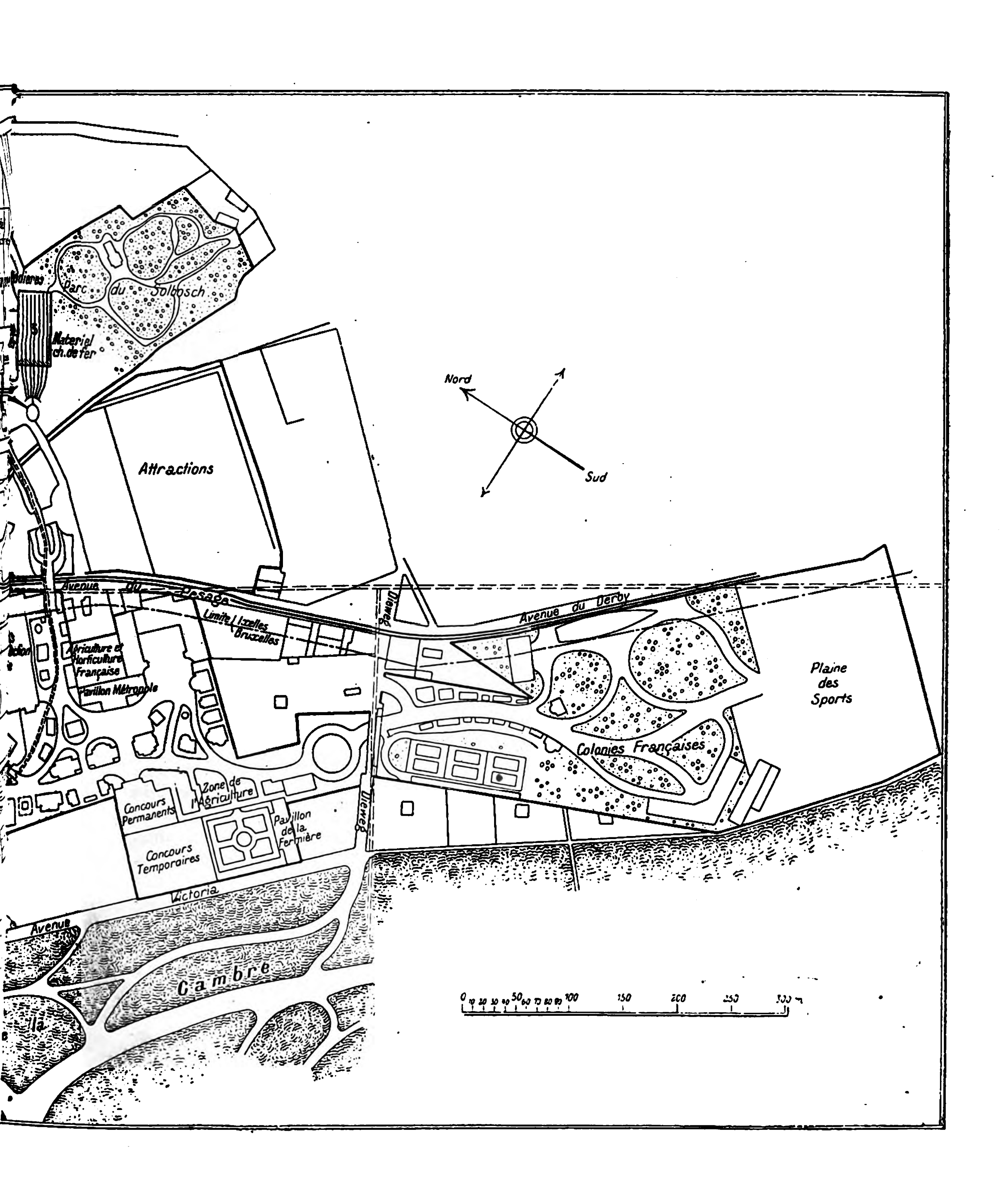
	Puissance totale.	Puissance fournie.
1. Machine horizontale, 1500 chevaux, de la Société anonyme « La Meuse » à Jemeppe, 107 tonnes avec alternateur triphasé 50 périodes, 2000 volts, des Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi et transformateur rotatif	1000	400
2. Turbine à vapeur 1250 chevaux de Brown, Boveri et Cie, A.-G., Baden, 2400 tonnes, avec alternateur triphasé, 40 périodes, 240 volts et transformateur.	1000	400
3. Machine à vapeur horizontale de la Société anonyme des ateliers Vandenkerkove à Gand, 120 tonnes et dynamo courant continu, 440-500 volts de la Compagnie Internationale d'Electricité, Liége	500	400
4. Machine horizontale 600 chevaux de la Société anonyme H. Bollinckx, Bruxelles, 125 tonnes, avec dynamo courant continu 450-500 volts de la Société Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke, A.-G., Frankfurt	400	400
5. Machine horizontale 550 chevaux de la Société Zinnermann Hanrez et Cie, Monceau-sur-Sambre, et dynamo courant continu 440-500 volts des ateliers de Constructions Electriques de Charleroi, Société anonyme, Charleroi	400	400
6. Machine à vapeur horizontale 650-900 chevaux de la Société anonyme des ateliers du Thiriau à la Croyère 125 tonnes, dynamo courant continu 440-500 volts de la Société anonyme Force-Eclairage par l'Electricité (Garbe, Lahmeyer et Cie), Bruxelles	400	400
7. Machine à vapeur horizontale 380 chevaux de la firme Van Coppenolle Audenaerde, avec dynamo attaquée par courroies. Etat belge, 375 tonnes, 440-500 volts	200	200
8. Machine à vapeur horizontale 350-400 chevaux, de la Société anonyme des ateliers P. Lebrun à Nimy, 100 tonnes. — Une dynamo attaquée par courroies de l'Etat belge, 400 tonnes, 440-500 volts	135	100
9. Groupe transformateur de la commune d'Ixelles, 50 périodes, 5000 volts, 440-500 courant continu .	600	400

quatre chaudières donnent de la vapeur surchauffée à 325° et 11 atmosphères. Le débit total peut atteindre 50 tonnes par heure qu'on facture au kilogramme. La cheminée haute de 70 m et d'un diamètre au sommet de 3,50 m est en béton armé. Les tarifs pour la fourniture du courant font l'objet de contrats particuliers. Le service électrique dispose dans l'ensemble d'une puissance de 3000 kilowatts pour l'éclairage et de 2000 kilowatts pour le transport de force.

L'éclairage extérieur est assuré en majeure partie par des lampes à arcs de 1200 à 2000 bougies à flamme, de divers systèmes, montées sur des mâts de types divers (plus de 700). La longueur des câbles atteint 100 km. On fait également usage de lampes à incandescence métalliques, intensives. Les lignes architecturales des façades sont éclairées par lumière réfléchie, les cordons de lampes d'illumination étant réservés pour les motifs ornementaux des jardins et des allées. On rencontre également dans certaines parties des jardins l'éclairage au gaz et même au pétrole par becs perfectionnés. Le Comité exécutif a confié le monopole pour la fourniture du courant à la Société coopérative « La Mutuelle des Électriciens belges ». Le prix moyen est de 0,50 fr le kw:h qui est abaissé à 0,30 fr pour le transport de force



Chaussée de Boondael
Chaussée de Boondael
Belgique
Belgique
Suisse
Halles des Machines
Angleterre
Belgique
Hollande
Amérique
France
Italie
S.V
V.I
Italie
M
Halles de
l'Industrie
France
XI
H
Hall du Matériel de Chemin de Fer
Belgique
France
Industrie H.
Hall Machines
Allemagne
Place de la Petite Suisse
Terrasse du Commerce
Jardin de la Ville de Paris
Jardin Hollandais
Terrasse de l'Industrie
Pavillon Neerlandais
Galerie Française
F
N
G
Avenue du Solbosch
Limite Ixelles Bruxelles
Espagne
Place du Solbosch
Avenue des Concessions
Attractions
D
V
C
V
Angleterre 2
Bruxelles Kermesse
Avenue Jeanne
Halles de la Section Belge
Halles de la Section Belge
B
A
Grande Terrasse
Palais de la Ville de Bruxelles
Jardin de Bruxelles
Salle des Fêtes
Bassin
Entrée Principale
Avenue des Nations
Tramway Porte de Schaerbeek Avenue Louise Bois
Gare des Tramways Bruxellois
Usine Electrique
Mutuelle Electrique
Pompes
Bois
Entrée


Parc du Solbosch
Materiel ch. de fer
Nord
Sud
Attractions
Avenue du Pesage
Limite Ixelles Bruxelles
Avenue du Derby
Agriculture et Horticulture Française
Pavillon Métropole
Plaine des Sports
Colonies Françaises
Zone de l'Agriculture
Concours Permanents
Pavillon de la Fermière
Concours Temporaires
Avenue Victoria
Cambre
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 150 200 250 300

et certains emplois de luxe, d'une durée de plus de 70 heures par semaine.

7. Les dispositions d'ensemble de l'Exposition se suivent facilement sur le plan annexé (*fig.* 1), où j'ai indiqué le groupe V dans les divers halls. Si nous entrons par l'entrée principale, nous nous trouvons dans les jardins dits *de Bruxelles*, gravissant l'allée de gauche disposée en rampe et nous arrivons à la grande terrasse s'étendant devant le hall de la section belge. Celle-ci a une belle façade de 225 m de longueur en style classique et due à l'architecte Acker.

De cette terrasse nous pouvons embrasser, d'un coup d'œil, les multiples pavillons et bâtiments isolés disséminés dans les jardins, tels que : Bruxelles-Kermesse, le palais de la ville de Bruxelles, la maison de Rubens, le pavillon de la ville de Liége, celui de la ville de Gand, le palais des Travaux de la femme, etc.

Si nous entrons dans le hall belge par la grande porte (1), nous trouvons à notre gauche le groupe V belge, que nous suivons dans toute sa longueur pour pénétrer dans le hall anglais en 2, où nous rencontrons immédiatement en D quelques vitrines consacrées au groupe V, peu important d'ailleurs.

En traversant le premier pont au-dessus de l'avenue de Solbosch, par le grand escalier E, on pénètre dans l'exposition française où nous trouvons, en prenant immédiatement à gauche, le hall réservé à la classe XI (métallurgie); nous y rencontrons les stands très intéressants des sociétés électrométallurgiques ainsi que celui de la Société pour le transport de l'énergie électrique, où nous voyons entre autres, la maquette du projet Blondel pour l'appropriation des chutes du Rhône à Génissas.

En tournant ensuite à droite nous arrivons au groupe V très important, indiqué au plan en R. Remarquons d'ailleurs, qu'en suivant la ligne pointillée indiquée au plan général, nous pouvons arriver au groupe français en prenant, dès l'entrée principale, par les jardins, l'avenue des Concessions, la terrasse qui domine les jardins de Paris et, entrant par la porte indiquée au plan par la lettre L, pour suivre la galerie qui abrite quelques stands intéressant les électriciens, tels que celui des presses Bliss, de la firme Piat, etc. Après avoir visité le groupe français, si nous prenons sur la droite, nous pouvons passer facilement dans le groupe V italien (marqué I sur le plan) où nous trouvons des documents complets, relatifs aux installations hydro-électriques de l'Italie. Si nous suivons ensuite la galerie surplombant la salle des machines, nous pouvons atteindre un petit stand suisse rentrant dans le groupe V. Descendant ensuite dans le hall des machines et nous guidant d'après le plan détaillé, nous pourrons y trouver facilement les stands intéressant l'électricien. Sortant au fond, à droite, près de l'emplacement du tableau de distribution, nous trouvons en X, la cabine et les deux pylônes hauts de 65 m, de l'installation de télégraphie sans fil, système Carpentier-Gaiffe-Rochefort, communiquant avec la Tour Eiffel. En Y nous trouvons des modèles de grues de ports actionnées électriquement.

Nous pouvons pénétrer ensuite dans le hall réservé au matériel des chemins de fer. L'électricité y est représentée par quelques voitures de tramways, ordinaires, et quelques voitures à bogies; on y trouve aussi un exemplaire des automotrices du Métropolitain et des lignes Nord-Sud.

Signalons en passant les puissantes locomotives de l'Etat belge créées par M. Flammer, administrateur du réseau, qui sont appelées à faire époque dans la technique des chemins de fer.

En longeant les jardins de la Ville de Paris et le jardin hollandais, nous pouvons arriver à la section allemande dont l'importance est primordiale au point de vue électrique comme nous le verrons par la suite.

En divers autres endroits, il existe d'ailleurs des installations intéressant l'électricien. Ainsi, dans le pavillon de la Ville de Bruxelles, nous trouvons une exposition du matériel dont la régie de cette ville fait usage dans son réseau électrique, ainsi que des graphiques et des renseignements statistiques relatifs à celui-ci. Dans le jardin, dans le voisinage du bassin à jet d'eau, nous trouvons un pavillon renfermant les pompes à commande électrique. Dans la section de l'Armée belge (située dans le hall avoisinant les pavillons des colonies françaises), est exposée une voiture génératrice du type auto-mixte munie d'un projecteur de 100 ampères. On y voit également une cible enregistreuse, brevet Bremer. Dans le pavillon néerlandais, on trouve les planches relatives à l'équipement électrique du canal de Terneuzen; ainsi que diverses applications de l'électricité aux chemins de fer, etc. La firme Philips, d'Eindhover, y possède un stand intéressant de lampes métalliques. Plus loin encore, du côté de la plaine des sports et du hangar des dirigeables, on trouve le stand des « Aër-motor » de l'ingénieur Vanlanke, avec une petite centrale pour éclairage de châteaux.

8. Pour compléter cet aperçu général, nous pouvons donner quelques détails relatifs aux diverses sections du groupe V.

Le groupe V belge occupe une superficie d'environ 1000 m². Dans l'allée centrale nous trouvons le stand de la Société des accumulateurs Tudor, rue Joseph II, Bruxelles, montrant les types courants d'éléments ainsi que les derniers modèles avec plaques intercalaires en bois.

On y voit également des modèles intéressants de soudures de rails et d'éclisses obtenues par un procédé utilisant l'arc électrique.

A côté, se trouve le stand des usines de Fuisseaux à Baudour, exposant divers types d'isolateurs en porcelaine. On y remarque un transformateur de 250 000 volts sortant des Ateliers des Constructions électriques de Charleroi, dont le stand est d'ailleurs voisin et qui expose son matériel de fabrication courante : moteurs à courants continu et alternatif, transformateurs, appareillage à haute et à basse tension, compteurs, lampes à arcs, etc.

Le long des bas côtés de la salle, nous rencontrons successivement les stands de l'administration des Télégraphes et Téléphones belge exposant son matériel courant et ancien. A côté se trouve le stand de la « Bell Telephone Mfg C° », Anvers, où nous remarquons une table automatique autour de laquelle est organisée malheureusement la plus grande discrétion.

A l'extrémité opposée se trouve le stand de l'« Antwerp



Telephone and Electrical Works », Berchen-Anvers, ainsi que les stands des fabriques belges de câbles « Société anonyme, Manufacture de câbles accumulateurs et appareils électriques » à Seneffe, et de la « Société belge pour la fabrication des câbles et fils électriques », Bruxelles, 10, rue Stéphenson.

Dans le voisinage immédiat, la « Société anonyme Ateliers Jaspar », Liége, expose son matériel courant, ainsi que les applications des moteurs électriques aux machines à travailler les métaux, et aux ascenseurs.

La « Compagnie continentale pour la fabrication des compteurs » et « la Compagnie belge pour la fabrication des compteurs » à Bruxelles exposent une série d'appareils de leur fabrication. Le matériel d'installation et les sociétés d'exploitation sont représentés par diverses firmes. Dans le domaine de l'Electrochimie, la « Société anonyme des usines à cuivre et à zinc », expose les matières premières et les produits de sa fabrication. Dans un stand voisin, nous trouvons une cuve électrolytique pour la fabrication des tubes sans soudure. Enfin la « Société anonyme des Tréfilerie et Fonderie de bronzes phosphoreux d'Anderlecht » expose de nombreuxproduits.

9. *Angleterre.* — Le groupe V n'est représenté que par quelques petits stands où nous trouvons celui de la « Morgan Crucible, C°, Ltd., Londres » montrant les divers types de leurs balais marqués « Morganite » et « Battersea », ainsi que des résistances en poudre de charbon pour parafoudres. Signalons quelques stands très intéressants consacrés aux appareils de mesure; citons la Maison « Nalder, Brothers et C° » exploitant les brevets Drysdale. On voit également dans leurs stands un limiteur d'intensité thermique pour installations régies par un tarif genre Handcock et Dykes. La vitrine de « R.W. Paul, Leicester Square, Londres » montre des appareils genre Duddel-Mather, Ayrton-Mather, Sumpmer, ainsi que des galvanomètres de type uni-pivot très intéressants. « MM. Kelvin and James White » montrent un voltmètre pour 100 000 volts, divers appareils enregistreurs, ainsi que la sonde et les compas marins de Lord Kelvin. Le stand de la « Cambridge scientific instrument C° » montre une série d'appareils intéressants des types Broca, Ayrton-Mather, Duddell, etc., les appareils électrostatiques de Dolezalek, etc., des appareils enregistreurs, pyromètres, etc. Dans le voisinage se trouvent les compresseurs de la maison « Hulberg et C°, Ldt, à Londres », les ascenseurs électriques de Waygood, ainsi que les horloges électriques de la « Synchronome C° », de Londres, et une intéressante vitrine consacrée à l'aluminium.

10. *France.* — Le nombre de stands du groupe V est considérable. Bornons-nous à citer les principaux : 1° En commençant par la droite, les ateliers de Jeumont exposent leur matériel courant à haute et à basse tension, parmi lequel nous signalons le moteur triphasé à collecteurs et l'appareillage à haute tension. On y trouve également une commande genre Sprague pour unités multiples de métropolitain.

2° Le stand de la « Société Alsacienne de Constructions mécaniques de Belfort » également très remarquable; on y remarque entre autres un inducteur pour alternateur de grand diamètre, et une bobine de self-triphasée analogue à un moteur asynchrone à rotor déplaçable par vis sans fin.

3° Le stand de la Compagnie générale de Nancy donne également une idée complète de son matériel de fabrication courante.

Sur les côtés, et dans les couloirs, nous rencontrons successivement les stands de la maison « Nil-Melior » (allumage pour moteurs à explosion), de la maison Grivolas (appareillage électrique), de la firme Vedovelli et Priestley (appareillage à haute et à basse tension), de la firme Berthoud-Borel à Lyon, exposant des types de câbles pour très haute tension, ainsi que le commutateur tournant Delon, actionnant un tube à focus. Nous rencontrons ensuite une exposition importante de compteurs et appareils de mesure de la « Société pour la fabrication des compteurs », boulevard de Vaugirard, à Paris.

Le stand très intéressant de la maison Gramme y fait suite, où, à côté du matériel courant, nous voyons figurer des moteurs mono- et triphasés à collecteur, et un groupe électrogène très compact avec moteur à gaz « Tabor », muni d'un dispositif de démarrage à air comprimé.

Citons ensuite : les stands de la Compagnie des câbles télégraphiques sous-marins; celui des ateliers électriques de Saint-Ouen, montrant une collection de petits moteurs avec paliers à billes; les stands de la « Société des accumulateurs (T. E. M.) », de la société des lampes Auer, de la verrerie de Folembray (isolateurs en verre); de la maison Aster (groupes électrogènes), des anciens établissements de la Mathe (canalisation).

Nous trouvons ensuite un stand réservé à une exposition de machines pour l'essai des métaux et dans le couloir longitudinal les stands de Keller et Leleux (four électrique et produits électrométallurgiques), de la société Le Carbone, d'Hillairet et Huguet (appareillage électrique pour grues et cabestans), des accumulateurs Heinz, des piles Delafon et de la Maison Mors (signalisation électrique). Se suivent ensuite, les stands des maisons Radiguet et Massiot (radiographie), de Richard et Cie (appareils enregistreurs), des anciens établissements Clément (petit appareillage), des ateliers Ruhmkorff-Carpentier, de la maison Gaiffe (radiographie).

Dans une allée latérale au centre du groupe : La Néo-Métallurgie à Paris et la Société électrochimique du Giffre (produits électrométallurgiques), la Société anonyme Matériel téléphonique, anciennement Aboilard, (montrant une réduction des appareils d'un bureau à batterie centrale), M. Lacarrière (lampe Z), les maisons Brillé (horloges électriques), Bardon (lampes à arc), Weismann (système d'incandescence avec transformateur individuel), Blanc (lustrerie), le petit four à induction Dolter, le dispositif de protection pour lignes à haute tension Apicea forment un ensemble très intéressant.

Dans un deuxième bloc nous rencontrons les stands d'une collectivité qui comprend des firmes telles que Mildé à Paris, Morin, Chauvin et Arnoux, Ducretet-Doignon, etc., qui exposent une remarquable collection d'appareils de signalisation, de mesure, de télégraphie, de téléphonie, de télégraphie sans fil, de radiographie, etc. En résumé l'exposition française constitue un réel succès. Dans la galerie de la métallurgie se rencontrent égale-

ment des stands très intéressants pour les électriciens, comme je l'ai signalé.

11. *Italie.* — La collectivité italienne comprend environ 19 stands.

L'association « Fra Esecenti Imprese Electriche in Italia », Milano, expose une étude d'ensemble de toutes les installations électriques italiennes et a réuni une collection de plans, photographies et documents réellement remarquable. Quelques autres petits stands sont intéressants, tels que : celui des parafoudres, types Sig; un stand de télégraphie sans fil montrant le dispositif Bellini-Tosi; un projecteur électrique; une traversée de route par une ligne à haute tension et le matériel téléphonique pour lignes voisines de transports de force, de la maison Arturo Perego, Milano.

12. *Hall international des Machines.* — Le plan d'ensemble renseigne sur la répartition des emplacements entre les divers pays.

a. Belgique. — Comme il résulte du Tableau donné plus haut, plusieurs groupes électrogènes sortent d'usines belges.

Remarquons en passant que les gros alternateurs, avec machines à vapeur à mouvements alternatifs, sont rares à l'Exposition; nous n'avons guère rencontré qu'un type de 2500 chevaux dans le stand de la Compagnie générale électrique de Nancy, et un de 1000 chevaux dans le stand de l'Industrie électrotechnique de Slikkerveer, Hollande.

Les machines de la firme Van den Kerkove sont caractérisées par le système de distribution à pistons valve avec déclics. Cette maison présente d'ailleurs une machine Compound à un seul cylindre. Celle de la maison Carels est une machine « brevet Stumpff » (Gleichstrommaschine) avec distributeur à soupape type Sulzer par déclic. La firme Bollinckx fait usage de la distribution Lenz sans déclic (Zvanglaüfig) commandée par un régulateur d'inertie. Cette firme présente également un moteur à gaz pauvre avec gazogène et une turbine, brevet Barbezat. La Société Cokerill présente, entre autres, une turbine Parsons, dont le couvercle est soulevé de manière à pouvoir suivre facilement les détails. On y voit également un puissant moteur à gaz de haut fourneau, à soupapes concentriques et réglage à compression constante accouplé à une soufflante.

La même firme montre, par photographies, son aciérie électrique, système Girod, et expose les produits obtenus et les résultats d'essais.

Nous y rencontrons également un stand excessivement intéressant des ateliers de constructions électriques de Charleroi, où nous remarquons entre autres une machine d'extraction, système Ilgener-Léonhard, avec double tambour, le moteur à courant continu pouvant développer environ 1300 kilowatts pendant la période d'accélération et tourner à 35 tours. Le volant de 25 tonnes tourne à 428-500 tours; le moteur asynchrone, à réglage automatique à pôles auxiliaires.

La même firme a équipé un pont roulant au hall des machines.

b. Hollande. — La participation de ce pays est très importante et constitue une révélation. La Société « Electrotechnische Industrie » montre un alternateur triphasé de 1000 chevaux à 125 tours et un type de la même puissance pour 3000 tours par minute. Elle expose également un type d'agrégat électrogène Marin de 12 kilowatts à 600 tours, très léger et très compact. MM. Stork frères à Hengeloo exposent une turbine Zoelly de 1500 chevaux; ils construisent également la machine à vapeur, brevet Stumpf.

c. Angleterre. — Signalons le stand de la « Great Western Railway » où nous trouvons une cabine de locomotive avec enregistreur de positions de signaux (genre crocodile). Les moteurs à gaz de puissance moyenne sont largement représentés. Citons le stand de Crossley Brothers, Ldt, où nous trouvons un moteur à gaz pauvre avec gazogène pour combustibles bitumineux. La « Power Gaz Corporation Ldt Stockton-Tees » montre le modèle d'une installation pour gaz Mond. Dans le voisinage nous trouvons une pompe à gaz Humphrey en fonctionnement.

En ce qui concerne la technique des chaudières, nous trouvons un chargeur automatique « Underfeed Stoker », des modèles d'économiseurs Green et d'accessoires pour chaudières de la maison Hopkinson, des chaînes d'entraînement de la maison Renold Ldt, etc.

d. France. — Dans la salle des machines, nous trouvons entre autres un groupe électrogène à turbines Dujardin-Jeumont avec alternateur compound, système Latour; un alternateur 2500 chevaux dans le stand de la Compagnie générale de Nancy, ainsi qu'un groupe électrogène Boulte-Gramme. Nous rencontrons également des types de chaudière Niclausse; un pilon électrique de Dieudonnet-Lechêne et un pont roulant de Gustin.

e. Suisse. — Un stand important est celui de Brown Boveri et C°, comprenant un turbo-alternateur de 1500 chevaux, et une turbo-dynamo 400 kilowatts. Le collecteur est à ventilation forcée et les balais sont du type à pression pneumatique. Il existe une installation de démonstration pour le système d'éclairage des trains brevets Aichele. Un moteur Déri monophasé à collecteur sert à l'actionner.

f. Italie. — Nous y trouvons le stand de la « Brown-Boveri italienne » de la maison Tosi à Legnano, exposant une turbine, et la maison A. Riva et Cie à Milan montrant une installation complète de turbine hydraulique. A côté se trouve le stand de la Compagnie des Conduites à Livourne.

Les ascenseurs brevet Stiegler se trouvent également dans le voisinage.

13. Le pavillon allemand dont les détails sont indiqués sur le plan couvre à peu près 3 ha. Le hall des machines (2600 m^2) avec chaufferie et dépendances (700 m^2) fournit l'énergie nécessaire aux divers services du pavillon.

Environ 21 000 chevaux sont installés. On y trouve entre autres : 1° deux turbines de 7500 kilowatts attaquant directement un générateur triphasé de la « Bergmann Elektricitäts-Werke A.-G., Berlin », et une turbine de 120 kilowatts attaquant une dynamo à courant continu shunt servant d'excitatrice; 2° un turbo-alternateur d'environ 2000 kilowatts avec son condenseur, de la même firme; 3° une semi-fixe compound à vapeur sur-



chauffée de 570 kilowatts de la « Maschinen-Fabrik Heinrich Lanz, Mannheim », attaquant directement un générateur à courant continu de la « Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft, Berlin; une semi-fixe de 450 kilowatts des usines de Wolf, Madgeburg-Buckau, attaquant par courroies deux génératrices à courant continu de la « Deutschen Elektrizitäts-Werke zu Aachen, Garbe, Lahmeyer et C° »; une machine à vapeur de 250 chevaux à pistons tournant de la « Internationalen-Maschinenbau-Gesellschaft, m. b. H., Hannover », accouplée à une génératrice à courant continu de la « Elektrizitäts A.-G. vorm H. Pöge, Chemnitz; un moteur à gaz pauvre par aspiration de 30 chevaux de la « Gasmotoren-Fabrik A.-G. Köln-Ehrenfeld vorm C. Schmitz », attaquant une dynamo à courant continu de Ernst Heinrich-Geist, Köln-Zollstock.

On y trouve encore une machine marine de 6000 chevaux avec distribution Lanz, ainsi que diverses semi-fixes et locomobiles, et des moteurs à pétrole Diesel dont les petits modèles semblent être nouveaux sur le marché.

Les chaudières de service sortent des usines Jacques Piedbœuf G., m. b. H., Dusseldorf-Oberbilk, et A. Borsig-Tegel, Berlin.

On y voit une chaudière double de 500 m², ainsi qu'un type à tube d'eau de 300 m². Une tour de refroidissement de Eugène Blasberg-G., m. b. H., Dusseldorf, de 500 m³ : heure, sert au refroidissement de l'eau de la condensation. L'épuration de l'eau de condensation se fait avec un épurateur de la firme Hans Reizert G., m. b. H., Köln-Braunsfeld.

Les pompes sont installées par Weise et Monski, Halle a. S., et par Schäffer et Budenberg G. m. b. H., Madgeburg-Buckau. On y trouve également des pompes centrifuges attaquées électriquement.

Les canalisations pour vapeur et pour eau ont été installées par la « Gesellschaft für Hochdruckrohr. Le tableau de distribution est de la firme connue, Dr. Paul Meyer, A.-G., Berlin, et les câbles de la société Kabelwerk Rheydt A.-G. On y trouve pour le contrôle de l'exploitation toute une série d'appareils sortant des maisons connues : Schaffen et Budenberg G., m. b. H, etc.

14. Le matériel électrique se rencontre soit dans la salle des machines motrices (4 du plan), soit, dans le hall des machines (en 2 et 3), soit dans le hall des cultes (en 5) voisinant en ce dernier endroit avec les stands de l'optique et de la mécanique de précision, excessivement intéressants. Il serait trop long de faire la nomenclature détaillée des exposants; un catalogue de la section allemande est d'ailleurs publié. Bornons-nous à citer les principaux :

a. Dans le hall des machines motrices : la Bergmann-Elektricitäts-Werke, Berlin (exposition très complète), les Gebr. Bobzani (appareils de levage), la » Deutsche-Edison-Akkumulatoren Company, Berlin » (accumulateurs Edison), les « Deutsche-Elektrizitäts-Werke zu Aachen, Garbe » (moteurs et démarreurs automatiques), etc.

On y rencontre des subdivisions consacrées aux compresseurs, machines réfrigérantes, pompes et garnitures, aux installations des chaudières, d'épuration de l'eau et de réfrigérants, aux installations de triage et de transport.

b. Dans le hall de l'Industrie, nous trouvons, le long du mur de gauche des compartiments réservés aux machines-outils, la plupart à attaque électrique (2 du plan). En 3 du plan, nous trouvons des stands consacrés aux applications de l'Electricité, aux laminoirs, aux appareils de levage, etc. On y trouve également, à petite échelle, des grues pour ports et des installations de télégraphe avec moteurs électriques.

c. Dans le hall des cultes, nous trouvons les stands des maisons se spécialisant dans la construction des appareils de mesure, et l'appareillage en général.

d. Dans le hall de l'Industrie, nous trouvons une exposition importante de la firme Röchleng-Rodenhäuser montrant ses fours électrométallurgiques (à échelle réduite), et les produits obtenus.

e. Dans le hall du matériel des chemins de fer, on trouve une voiture automotrice, monophasée à haute tension, équipée par l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft et une voiture automotrice Bergmann-Westinghouse, portant un moteur à essence, une dynamo à courant continu, une batterie d'accumulateurs capables d'alimenter deux moteurs de 50 chevaux montés directement sur les essieux de la voiture (vitesse 50 k : h).

15. Il résulte de la description ci-dessus qu'au point de vue de l'Electricité seule, l'Exposition de Bruxelles est déjà importante et mérite l'attention de l'étranger. Les autres divisions offrent d'ailleurs un attrait au moins équivalent. La ville de Bruxelles est suffisamment connue pour me dispenser d'en faire l'éloge; il peut cependant être important de constater que la vie y est restée à bon marché et que le service des logements y est bien organisé. Au point de vue des installations électriques pouvant intéresser des visiteurs spécialistes, citons la centrale des Tramways bruxellois et ses sous-stations, la centrale de la ville de Bruxelles et sous-stations, la centrale de la Société bruxelloise d'Électricité à Schaerbeek et sous-stations.

Un certain nombre de sociétés belges d'électriciens ont leur Siège social à l'hôtel Ravenstein, rue Montagne-de-la-Cour (près de la place Royale). Je ne doute pas que les confrères étrangers, désirant obtenir des renseignements n'y soient cordialement reçus.

O. Steels,
Professeur d'Électricité industrielle
à l'Université de Gand.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

Décret du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes modifiant les taxes à percevoir pour l'affranchissement des colis postaux échangés avec divers bureaux de l'Éthiopie, par l'intermédiaire de la colonie française de la côte des Somalis.

Le Président de la République française,

Vu les lois des 12 avril 1892 et 14 août 1907 sur le service des colis postaux;

Vu les décrets des 27 juin 1892 et 28 août 1907, concernant l'exécution desdites lois;

Vu le décret du 3 décembre 1909, portant admission des colis



postaux dans les relations avec divers bureaux de l'Éthiopie, par l'intermédiaire de la colonie française de la côte des Somalis;

Vu la notification du Ministre des Colonies en date du 2 mai 1910;

Sur le rapport du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du Ministre des Colonies et du Ministre des Finances,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — A partir de la publication du présent décret, le droit applicable au transport entre Djibouti et les bureaux éthiopiens des colis postaux à destination desdits bureaux, fixé à 1 fr par l'article 2 du décret du 3 décembre 1909 susvisé, sera élevé à 2 fr par colis.

ART. 2. — Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, le Ministre des Colonies et le Ministre des Finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 24 juin 1910.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

A. MILLERAND.

Le Ministre des Colonies,

GEORGES TROUILLOT.

Le Ministre des Finances,

GEORGES COCHERY.

(*Journal officiel* du 6 juillet 1910.)

Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes approuvant des modèles de compteurs de distribution d'énergie électrique.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz à Paris;

Vu l'arrêté ministériel du 2 juin 1909, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité d'électricité en date du 13 juin 1910;

Sur la proposition du conseiller d'Etat directeur des Mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types en date des 17 mai et 20 août 1908, le compteur ci-après désigné :

Compteur watt-heure-mètre Thomson, type A.

Paris, le 4 juillet 1910.

A. MILLERAND.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie de construction électrique à Issy-les-Moulineaux (Seine);

Vu l'arrêté du 2 juin 1909, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité d'électricité en date du 13 juin 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des Mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types en date des 17 mai et 20 août 1908, le compteur ci-après désigné :

Compteur watt-heure-mètre BT, modèle I.

Paris, le 4 juillet 1910.

A. MILLERAND.

(*Journal officiel* du 7 juillet 1910.)

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes portant approbation de types de compteurs d'ampère-heure-mètre et de watt-heure-mètre.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu les demandes présentées par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz à Paris;

Vu l'arrêté ministériel du 2 juin 1909, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité d'électricité en date du 2 mai 1910,

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Sont approuvés, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des distributions d'énergie électrique en date des 17 mai et 20 août 1908, les types de compteurs ci-dessous indiqués et dans les conditions ci-après, savoir :

1° Compteur ampère-heure-mètre, type O'KY, pour les calibres jusqu'à 5 ampères inclusivement;

2° Compteur watt-heure-mètre, type B, pour les calibres jusqu'à 500 ampères inclusivement mais à deux fils seulement;

3° Compteur ampère-heure-mètre, type O'KZ, pour les calibres jusqu'à 15 ampères inclusivement;

4° Compteur watt-heure-mètre, type A C T III, dit *monophasé*, pour les calibres jusqu'à 150 ampères inclusivement.

Paris, le 22 juin 1910.

A. MILLERAND.

(*Journal officiel* du 9 juillet 1910.)

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Compagnie électrique de la Méditerranée.* Assemblée ordinaire le 30 juillet, 3 h, 18, rue Notre-Dame-des-Victoires, Paris.

Avis commerciaux. — RAPPORTS COMMERCIAUX DES AGENTS DIPLOMATIQUES ET CONSULAIRES DE FRANCE (1). — N° 887. *Turquie.* — Commerce d'Andrinople en 1909. — Conseils aux industriels français.

N° 888. *Possessions anglaises d'Amérique : Terre-Neuve et dépendances.* — Mouvement économique de Terre-Neuve en 1909.

(1) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 9, rue d'Édimbourg.



Tome XIV. N° 159. — 15 août 1910.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Dans une Communication faite à la séance du 19 avril 1907, de la Société française de Physique, M. Jean Perrin appelait l'attention des physiciens sur l'intérêt qu'il y aurait à réaliser des **champs magnétiques de 100000 gauss.**

Les procédés actuellement en usage pour la production des champs magnétiques ne permettent pas en effet de dépasser une cinquantaine de mille gauss, et encore de pareilles valeurs n'ont-elles été atteintes que dans des espaces extrêmement restreints, insuffisants pour certaines expériences; c'est ainsi que le phénomène de Zeeman, par exemple, n'a pu être étudié dans des champs dépassant 36000 gauss.

Il est bien évident qu'au point de vue du développement de nos connaissances en magnétisme, il serait utile de produire des champs magnétiques notablement plus intenses. Mais lorsqu'on songe aux dimensions considérables que présentent les électro-aimants produisant les champs magnétiques actuels et aux difficultés qu'on rencontre pour assurer leur refroidissement, il est permis de se demander s'il est pratiquement possible de dépasser les valeurs de champ aujourd'hui atteintes.

En soulevant cette question, M. Jean Perrin en indiquait une solution : réaliser des champs magnétiques intenses non plus au moyen d'électro-aimants, mais au moyen de bobines sans fer dont les conducteurs seraient refroidis par l'air liquide pour diminuer leur résistance. « Il est désirable, ajoutait M. Perrin, de créer dès maintenant un mouvement d'opinion dans ce sens et, aussitôt que possible, à titre d'essai, de réaliser 100000 gauss dans un espace notable. »

Bien que plus de trois ans se soient écoulés depuis que M. Perrin exprimait ce vœu, sa réalisation n'a pas encore eu lieu. Récemment toutefois la question a été reprise par M. Fabry [1] au point de vue théorique, et comme les conclusions de ce travail montrent que la réalisation pratique d'un champ de 100000 gauss ne présente d'autre difficulté sérieuse que celle de pouvoir disposer d'une puissance d'au moins 600 kilowatts en courant continu, nous croyons devoir les résumer ici, dans l'espoir que quelque exploitant de station centrale voudra bien mettre cette puissance à la disposition des chercheurs.

Les conclusions de M. Fabry découlent d'une étude faite par lui en 1898 sur les bobines de champ d'un galvanomètre, en vue de rechercher les conditions de sensibilité maximum de cet instrument [2]. De cette étude il résulte que le champ $\mathcal{H}$ peut

[1] Ch. FABRY, *Production de champs magnétiques intenses au moyen de bobines sans fer* (*Journal de Physique*, février 1910).

[2] Ch. FABRY, *Sur le champ magnétique au centre d'une bobine cylindrique et la construction des bobines de galvanomètre* (*L'Éclairage électrique*, t. XVII, 22 octobre 1898, p. 133).

s'exprimer par une équation de la forme

$$\mathcal{H} = K\sqrt{\frac{P}{\rho\eta a}},$$

P étant la puissance électrique dépensée dans la bobine, ρ la résistivité du fil à la température où il est porté par le courant, η le coefficient de foisonnement, c'est-à-dire le rapport (plus grand que 1) du volume de la bobine au volume réellement occupé par le métal, a le rayon de la cavité, cylindrique ou sphérique, où l'on produit le champ $\mathcal{H}$; enfin K étant un coefficient numérique dépendant uniquement de la forme de la bobine.

D'après cette formule il convient de dimensionner la bobine de manière que K soit maximum. Si l'on suppose la bobine cylindrique, on trouve que la valeur maximum de K est 0,179, et qu'elle est atteinte pour un rayon extérieur de $3{,}1a$ et une longueur de $3{,}8a$. Une telle bobine est fort petite : pour a égal à 1 cm, son volume n'est que de 100 cm³. Elle se prêterait sans aucun doute fort mal à un refroidissement par circulation interne du liquide. Fort heureusement K varie lentement dans le voisinage de son maximum et le calcul montre qu'on peut donner à la bobine un volume 18 fois plus grand tout en ayant encore $K = 0{,}15$.

Tout en conservant à la cavité la forme cylindrique, on pourrait obtenir des valeurs plus grandes de K au prix de quelque complication. En formant les spires d'un fil de section croissante depuis les spires internes jusqu'aux spires externes, on aurait, dans le cas le plus favorable, $K = 0{,}22$ pour une bobine de forme extérieure cylindrique, et $K = 0{,}27$ pour un enroulement remplissant tout l'espace extérieur à la cavité. Mais un tel enroulement n'est évidemment pas réalisable; en outre un fil de section croissante des spires centrales aux spires périphériques donnerait lieu à un dégagement de chaleur concentrée dans la région centrale, là précisément où le refroidissement est le plus difficile.

Une cavité sphérique serait théoriquement préférable à une cavité cylindrique. On trouve en effet que $K = 0{,}29$ pour l'enroulement le plus avantageux, remplissant tout l'espace extérieur à la cavité. Mais avec une cavité de cette forme la bobine devrait être faite en deux parties, d'où une nouvelle complication.

Il est donc prudent d'admettre seulement $K = 0{,}20$. Pour le coefficient de foisonnement on ne peut prendre de valeur inférieure à 1,5, ce chiffre correspondant à un tiers du volume total consacré à l'isolement et à la circulation du liquide refroidissant. En supposant que ce liquide est de l'air liquéfié et en admettant 0,27 microhm-cm pour la résistivité du cuivre à la température de l'air liquide, la formule montre que, pour obtenir un champ de 100000 gauss dans un cylindre de 1 cm de rayon, il faut une puissance de

$$P = 0{,}27 \times 10^{-6} \times 1{,}5 \times 1 \times \frac{100000^2}{0{,}2^2},$$

soit environ 100000 watts ou 100 kilowatts.

Une pareille puissance peut être produite par une usine génératrice modeste, et, d'autre part, la construction de la bobine ne représenterait qu'une dépense insignifiante. Au point de vue purement électrique le projet de M. Perrin est donc très facilement réalisable En est-il de même au point de vue du refroidissement? La quantité de chaleur dégagée serait de 25 grandes calories par seconde. La chaleur de vaporisation de l'air liquide n'étant que d'une soixantaine de calories, la dépense d'air liquide serait de 0,4 litre par seconde. Il est peu probable qu'on puisse immerger directement la bobine dans l'air liquide, à cause de l'énorme dégagement d'air gazeux qui se produirait dans un très petit volume. On serait probablement amené à immerger la bobine dans un liquide incongelable et à établir une circulation très active de ce liquide entre le récipient contenant la bobine et un réfrigérant à air liquide. La consommation d'air liquide n'en resterait pas moins de 24 litres par minute.

Ce serait là une grande dépense qui disparaîtrait naturellement si l'on opérait à la température ordinaire. La résistivité du cuivre serait alors 6 fois plus grande et il faudrait une puissance de 600 kilowatts. La quantité de chaleur à évacuer serait par suite d'environ 150 calories par seconde. L'évacuation d'une telle quantité de chaleur serait difficile si elle était produite dans un petit volume : même en immergeant la bobine dans un liquide en mouvement rapide, il n'est pas certain qu'on arrive à empêcher des phénomènes de caléfaction, qui amèneraient immédiatement la fusion du fil. Il conviendrait donc d'augmenter le volume de la bobine. Or ce volume croît comme a^3, tandis que la puissance nécessaire ne croît que comme a. Avec une augmentation relativement faible de la puissance, on pourrait donc arriver à réaliser des champs de 100000 gauss avec des bobines dont le refroidissement serait pratiquement réalisable.

Mais où trouver le millier de kilowatts à bon compte? C'est la question que nous posons à nos lecteurs.

*
* *

Ainsi qu'on a pu le constater par les nombreux articles publiés depuis quelque temps dans la presse technique sur les applications de l'électricité aux mines et à la métallurgie, ces applications ont pris un brusque développement pendant ces dernières

années. Quelles sont les causes de ce développement et quels sont les services qu'on peut tirer de l'**emploi de l'électricité dans les mines de fer?** C'est ce que M. A. Courtot examinait dans une conférence faite récemment (23 avril 1910) devant la Société industrielle de l'Est, à Nancy, au centre d'une région dont l'industrie sidérurgique est aujourd'hui des plus florissantes.

Envisageant la question dans son ensemble, sans entrer dans tous les détails techniques qu'elle comporte, cette conférence est surtout destinée à faire ressortir les avantages que présente l'utilisation de l'énergie électrique dans les mines de fer. Les considérations invoquées par le conférencier ressortent donc plutôt du domaine de cette Chronique que de celui des articles et revues techniques; c'est pourquoi nous les indiquons ici.

Tout d'abord, pourquoi l'électricité a-t-elle pu s'implanter et se développer dans l'industrie minière? Voici la réponse de M. Courtot :

« Là, dit-il, l'électricité a su réaliser si bien les *desiderata* pourtant si divers de cette industrie si spéciale, qu'elle a pu évincer sans peine tous ses concurrents. Ces concurrents n'étaient, à vrai dire, pas très redoutables; on les avait adaptés, comme on avait pu, aux besoins de la mine, mais ils s'y trouvaient bien dépaysés. La vapeur exigeait des canalisations coûteuses et d'un entretien difficile; malgré tous les calorifuges, elle se condensait dans les tuyauteries, entretenant une atmosphère chaude et humide qui pourrissait rapidement les boisages. L'air comprimé avait les mêmes inconvénients de canalisation, et sa grande inertie en rendait l'emploi des moins pratique. Les maîtresses tiges enfin, lourdes et grinçantes, onéreuses d'établissement et d'entretien, se mouvaient avec une lenteur désespérante.

» D'une façon générale, ces systèmes avaient un rendement déplorable, étaient encombrants au point d'exiger pour eux-mêmes une bonne partie de la surface utile des puits ou galeries. Enfin, et c'était là un défaut capital, ils ne se pliaient nullement à la division de la force et devaient borner leur ambition à actionner quelques appareils principaux; le reste, le bras de l'ouvrier devait le faire.

» L'électricité n'offre aucun de ces inconvénients. Elle est facile à produire économiquement, surtout si des hauts fourneaux à proximité permettent d'utiliser les gaz. Elle est facile à canaliser, elle se contente de câbles légers et souples, faciles à poser et à déplacer, qui peuvent suivre sans inconvénient les tracés les plus sinueux. Elle passe sans échauffer ni vicier l'air. Sa souplesse étonnante lui permet de se plier aux emplois les plus divers : la force, l'éclairage, la signalation, le tir des explosifs. Divisible pour ainsi dire à l'infini, elle sait proportionner son effort au travail à accomplir; elle actionne avec un rendement toujours excellent une énorme machine de 1000 chevaux, un moteur de quelques kilogrammètres. »

Passons rapidement sur la partie de la conférence où se trouve esquissée la production de l'énergie électrique, n'en détachant que le passage suivant :

« A part quelques sièges qui possèdent des hauts fourneaux et utilisent le gaz comme force motrice, les mines de notre région produisent leur énergie au moyen de groupes électrogènes à vapeur. On remarque nettement la tendance à s'équiper de plus en plus puissamment et l'on installe couramment 3000 à 4000 chevaux par siège. Chaque unité est en moyenne de 1000 chevaux et constituée soit par des machines à piston tournant à la vitesse de 100 à 125 t : m, soit par des turbines à vapeur tournant à 1500 et 3000 t : m. Ces dernières semblent avoir maintenant la préférence sur les machines à piston. »

Suivons maintenant avec l'auteur les applications qui sont faites de l'énergie électrique ainsi produite.

« Dès que la centrale est établie, ou même à l'aide d'une centrale provisoire, on commence à creuser le puits. Dans nos régions, on procède généralement au fonçage à niveau libre et l'ennemi qu'on a le plus à craindre est l'eau. Les *pompes de fonçage* à vapeur qu'on employait autrefois sont lourdes et encombrantes au point d'obstruer à moitié le puits; elles offrent de plus des difficultés de manœuvre pour la rallonge des tuyauteries d'amenée de vapeur et d'échappement.

» Les moteurs électriques, accouplés aux pompes centrifuges multicellulaires, ont constitué un engin d'une incontestable supériorité. Pour donner une idée de cette supériorité, nous ne saurions mieux faire que de citer les débuts en la matière d'un des constructeurs les plus réputés. « La première pompe de fonçage importante, établie par la maison Sulzer frères, a été installée dans une mine de la Haute-Silésie. L'on devait foncer un puits de 400 m pour les forges de Donnersmarck. Mais, à 100 m déjà, on rencontra des venues d'eau si considérables que les mineurs durent abandonner précipitamment le travail et que le puits fut noyé. En remontant, le maître-mineur eut l'idée de mesurer la rapidité de l'ascension de l'eau. Il constate que les venues comportaient environ 15 m³ par minute. On essaya, mais en vain, de procéder à l'épuisement au moyen de pompes à vapeur. En effet, sans compter les réparations indispensables, les trois machines, pompant ensemble 10 m³ à la minute et qu'il fallut monter dans le puits, obstruaient ce dernier au point qu'il ne restait même pas la place pour le passage de la benne. On dut, une fois de plus, laisser noyer ce puits. Enfin, avant d'abandonner définitivement

ce puits, auquel on attachait un grand prix, on résolut de faire un dernier essai avec les pompes centrifuges à haute pression du système Sulzer. On construisit alors dans le puits trois ensembles pouvant élever chacun, à 970 tours par minute, 8 m³ à 160 m, soit au total 24 m³ par minute. Grâce à l'espace réduit nécessité par les pompes de fonçage, il resta amplement la place pour faire passer deux bennes. Ces pompes de fonçage eurent bientôt épuisé le puits, car, avec une seule pompe, on enlevait au commencement 12 m³ à 15 m³ par minute à cause de la faible hauteur à laquelle il suffisait d'élever l'eau. Dans la suite du fonçage, c'est-à-dire pendant le tir, les pompes se sont toujours parfaitement comportées. Une fois le fonçage terminé, elles ont été établies à poste fixe dans le puits et y servent maintenant de pompes d'épuisement stationnaires. » Les groupes de fonçage sont à axe vertical et tournent en général à la vitesse de 1500 tours. Ils débitent de 2 m³ à 6 m³ en absorbant environ 100 à 300 chevaux....

» Le puits est terminé mais la lutte contre l'eau continue; elle est incessante. Toutefois on a acquis contre l'ennemi une position solide : la chambre de pompes. On y installe d'une façon définitive les *pompes électriques d'exhaure*. Quelquefois on emploie à cet usage les pompes de fonçage elles-mêmes; le plus souvent on dispose des pompes à axe horizontal, soit à piston, soit centrifuges.

» Les pompes à piston ont toujours leurs partisans grâce à leurs rendements élevés; toutefois elles sont encombrantes et comme, malgré tous les perfectionnements, leur vitesse ne dépasse guère 150 à 200 tours, l'accouplement direct avec le moteur électrique n'est pas commode; on a alors recours à un organe intermédiaire de réduction, en général un train d'engrenages.

» Bien qu'elles soient employées, les pompes à piston cèdent en général le pas aux pompes centrifuges. Celles-ci ont l'inconvénient d'un rendement un peu moindre, surtout si l'on tient compte de la perte par laminage dans la vanne de réglage. Il est toutefois à remarquer que ce rendement ne diminue pas avec l'usage puisque aucune partie n'est sujette à usure.

» Les pompes centrifuges s'adaptent merveilleusement à l'accouplement direct avec les moteurs électriques et constituent des groupes peu encombrants et d'un entretien presque nul....

» A côté des pompes électriques, nous mentionnerons les *ventilateurs* électriques qui envoient l'air dans toute la mine. Ces ventilateurs sont placés au jour et généralement dans la salle des machines. Leur allure relativement lente fait qu'ils ne s'accommodent pas aussi bien que les pompes centrifuges de la commande électrique, qui néanmoins se fait généralement par accouplement direct. Très souvent on a besoin de pouvoir augmenter la pression et, par suite, la vitesse au fur et à mesure que les galeries s'étendent. Lorsque la commande se fait par courroie, rien de plus simple : on modifie au fur et à mesure le rapport des poulies. Avec l'accouplement direct, on fait varier la vitesse par réglage du champ magnétique s'il s'agit d'un moteur à courant continu; avec les moteurs à courant triphasé, on peut employer des machines à deux groupements de pôles permettant d'obtenir deux vitesses différentes suivant besoin.

» Dans les mines où l'on emploie l'air comprimé sous forte pression pour la commande d'outils pneumatiques, on actionne électriquement des compresseurs à piston. On pourra aussi vraisemblablement tirer parti des compresseurs centrifuges multicellulaires dont l'emploi tend à se répandre dans l'industrie métallurgique.

» Pour exploiter, il faut d'abord tracer les galeries, puis abattre le minerai.

» Jusqu'à ces dernières années, c'était l'ouvrier qui perçait à la main les trous de mine et abattait au pic. C'est évidemment là un moyen primitif, aussi a-t-on cherché à utiliser l'énergie mécanique pour accomplir ces besognes. C'est ainsi qu'on est arrivé à établir différents appareils et notamment des *haveuses*, des *houilleuses* et des *perforatrices*. Les deux premiers appareils sont destinés à faire des saignées horizontales et verticales dans le minerai et jusqu'à présent, s'ils ont donné certains résultats dans les mines de charbon, ils ne paraissent pas s'adapter convenablement aux besoins des mines de fer. Le problème reste néanmoins à l'étude.

» Avec les perforatrices, on est, dès maintenant, arrivé à des résultats très intéressants. Ces appareils servent à percer des trous de 1,50 m à 2 m de profondeur dans lesquels on placera la cartouche d'explosif. Ils dérivent tous de deux types différents : les types à percussion et ceux à rotation....

» Le minerai est abattu, il s'agit maintenant de le rouler jusqu'au puits d'extraction. A l'antique cheval qui tirait dans la nuit des galeries les wagonnets chargés, l'électricité a substitué un appareil autrement puissant et rapide : la *locomotive*. Les locomotives électriques en usage dans nos régions développent une puissance variant de 30 à 100 chevaux et remorquent les trains à la vitesse d'environ 15 km à l'heure. Elles sont équipées avec deux moteurs qu'on peut grouper en série ou en parallèle. Jusqu'à présent on a employé exclusivement le courant continu à une tension comprise entre 250 et 500 volts. Le courant est pris sur un fil aérien par trôlet ou archet et ramené par le rail. Le

retour du courant par le rail donne lieu à des inconvénients graves. Il est très difficile dans une mine d'assurer entre rails des connexions électriques suffisamment conductrices, de sorte que, d'une part les pertes de tension sont très élevées, d'autre part il se produit dans le sol des courants parasites ou vagabonds qui offrent de graves dangers au point de vue du tir électrique. Pour remédier à cet état de choses on pourrait, ou bien disposer de puissants feeders de retour, ce qui serait coûteux, ou bien abandonner le retour par le rail et le faire par un deuxième conducteur isolé. Cette dernière solution nécessite deux trôlets. Il n'y a toutefois pas là de difficulté insurmontable et les résultats obtenus au siège de Pienne avec ce système sont des plus encourageants....

» Le problème le plus important que l'électricité ait eu à résoudre dans l'industrie minière est celui de l'*exhaure du minerai*. Le problème était difficile, mais la solution donnée est des plus élégantes.

» A première vue on pouvait se demander s'il y avait vraiment intérêt à remplacer par un moteur électrique la machine à vapeur d'extraction. Cette dernière placée au jour, c'est-à-dire à proximité des chaudières et de l'eau de condensation, actionnait directement le treuil, tandis qu'avec l'électricité on est obligé de transformer plusieurs fois l'énergie, ce qui pouvait faire douter de l'économie finale.

» En réalité les machines à vapeur sont placées là dans de très mauvaises conditions. Elles actionnent des bobines de 5 m à 6 m de diamètre, de sorte que pour des profondeurs de 100 m à 200 m elles exécutent à peine de 5 à 6 tours à chaque trait. La nécessité de démarrer sous n'importe quel angle des manivelles empêche de détendre suffisamment la vapeur. L'irrégularité de la marche rend difficile l'emploi de la condensation. La nécessité de réchauffer constamment une machine qui tourne à peine la moitié du temps et les grandes dimensions des cylindres, exagèrent l'importance des pertes par purges.

» On conçoit facilement qu'une machine à vapeur placée dans de telles conditions, démarrant sans cesse pour être aussitôt freinée, ait une consommation de vapeur considérable. Pour citer des chiffres, on a mesuré que des machines, placées dans de mauvaises conditions, consomment plus de 80 kg de vapeur par cheval-heure utile; celles placées dans les meilleures conditions avec emploi de haute pression et condensation centrale, consomment pratiquement 25 kg de vapeur. Or, si l'on se rappelle qu'une machine de station centrale marchant sous charge constante peut produire le cheval à moins de 6 kg, on voit qu'un système électrique, malgré les pertes de transformation, peut lutter économiquement.

» En fait, comme nous le verrons tout à l'heure, une bonne machine d'extraction électrique réalise le cheval-heure utile avec 12 kg à 15 kg de vapeur.

» L'économie de combustible n'est pas le seul avantage de la machine d'extraction électrique; une autre qualité est la rapidité de marche. On parvient à dépasser pour l'accélération 1 m:s:s, pour la retardation 5 m:s:s et pour la vitesse au milieu de la cordée 20 m:s, soit 72 km à l'heure, la vitesse d'un train express.

» De ceci, il résulte que la quantité de minerai qu'on peut extraire par un puits déterminé sera plus grande avec une machine électrique qu'avec une machine à vapeur. Or le puits d'extraction représente un capital engagé considérable, capital qui sera d'autant mieux rémunéré que l'extraction pourra être plus intense.

» D'un autre côté, la conduite des machines d'extraction électriques est idéalement simple. On n'a plus besoin de mécaniciens spécialisés dont le recrutement devient de plus en plus difficile. Les accidents ne sont d'ailleurs guère à craindre. On se rendra compte de la sûreté de marche en se rappelant que même avec les machines à vapeur les évite-molettes sont souvent électriques....

» Une fois le minerai à la recette supérieure, le rôle de l'électricité n'est pas terminé. C'est elle qui conduit les wagonnets au-dessus des accumulateurs; c'est elle qui actionne les culbuteurs; c'est elle qui amène les wagons sous l'accumulateur, qui ouvre les trappes; c'est elle qui, s'il y a lieu, met le minerai en stock, elle encore qui le reprend. Dans tous ses rôles divers elle se montre d'un emploi si commode qu'on s'adresse à elle de préférence à tout autre agent.

» Jusqu'ici nous avons examiné l'électricité qu'en tant qu'énergie motrice; c'est évidemment là son rôle principal, mais ce n'est pas le seul. On lui confie encore quantité d'autres besognes plus délicates qu'elle accomplit avec intelligence. Le *tir électrique* des explosifs offre sur le tir au cordeau de nombreux avantages; malheureusement cette intéressante application s'est trouvée gênée jusqu'ici par l'existence de courants vagabonds provenant de la traction électrique, courants qui risquent de produire des explosions prématurées. Si, comme on le pense, le retour par le rail est abandonné, le tir électrique se généralisera partout.

» Nous ne signalons que pour mémoire les applications de l'*éclairage électrique;* on conçoit aisément les services qu'on peut en attendre.

» Enfin, au point de vue de la *signalation,* l'électricité est un agent hors pair. Dans une mine où la moindre fausse manœuvre peut causer des accidents graves, coûter des vies humaines, les signaux électriques et le téléphone rendent des services inappréciables. »

Par ce tableau, qu'à notre grand regret nous avons dû raccourcir considérablement pour lui permettre d'entrer dans le cadre de nos chroniques, on voit combien l'énergie électrique est précieuse dans l'industrie minière.

*
* *

Parmi les matières publiées dans ce numéro, sur lesquelles il convient d'appeler particulièrement l'attention du lecteur, nous devons citer l'article de M. GROSSELIN sur la **possibilité d'emploi des câbles souterrains pour des tensions supérieures à 25 000 volts** (p. 92 à 95).

Est-il techniquement et économiquement possible de remplacer les lignes aériennes à haute tension par des canalisations souterraines ? Telle est la question, fort intéressante pour les exploitants de réseaux de distribution d'énergie électrique, que se pose M. Grosselin.

Ainsi qu'on le verra, M. Grosselin est d'avis qu'au point de vue technique, rien ne s'oppose aujourd'hui à l'emploi de câbles à conducteur unique ou même à trois conducteurs pour la transmission des courants triphasés à 50000 et 60000 volts. Au point de vue économique, l'auteur ne paraît pas se prononcer aussi catégoriquement. Les dépenses de premier établissement seraient certainement plus considérables avec des canalisations souterraines qu'avec des canalisations aériennes. Mais les frais d'entretien et le taux d'amortissement de ces dernières sont beaucoup plus élevés que pour les premiers. Une étude plus complète serait donc nécessaire pour qu'on puisse se prononcer, mais à défaut d'une telle étude on peut déjà affirmer que les canalisations souterraines à haute tension ne présentent pas, par rapport aux canalisations aériennes, un écart de prix tel qu'on doive se priver des nombreux avantages qu'elles présentent au point de vue de la sécurité.

*
* *

Une autre étude fort importante est celle que consacre M. G. SAUVEAU à la **commande électrique des laminoirs** (p. 98 à 109).

Déjà cette question a donné lieu à diverses publications étrangères, analysées dans ce journal, et qui sont rappelées dans l'étude de M. Sauveau. On verra cependant, par cette étude que, contrairement à ce qu'on pourrait penser d'après l'origine de ces publications, l'application de l'électricité à la commande des laminoirs est plus répandue sur le continent européen qu'aux États-Unis. C'est d'ailleurs l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft qui a fait les premières installations de ce genre : le premier train non réversible a été installé dans les propres ateliers de cette Société dès 1897, et le premier train réversible a été monté par ses soins, en 1906, dans des ateliers sidérurgiques de Silésie. Depuis de nombreuses installations ont été exécutées en divers pays et particulièrement en France, dans la région de l'Est, où, comme on vient de le voir par les considérations publiées un peu plus haut, les applications de l'électricité à l'industrie sidérurgique en général ont pris un important développement.

La partie de l'article de M. Sauveau, publiée dans ce numéro, est principalement consacrée aux trains non réversibles. L'auteur y examine les avantages et inconvénients de l'emploi du courant continu ou des courants alternatifs, et termine par la description des installations de laminoirs à commande électrique des Aciéries de Micheville. Dans la suite de l'article, qui paraîtra dans le prochain numéro, M. Sauveau étudie les trains réversibles.

*
* *

A la page 112, se trouve signalé un **nouvel isolant, la bakelite**, sur lequel nous regrettons de n'avoir pas d'autres renseignements que ceux que nous donne son inventeur, M. BAKELAND, car, d'après les qualités que celui-ci énumère, il ne peut manquer de prendre rapidement un développement considérable dans les applications de l'électricité.

On verra, en effet, que la bakelite peut se préparer sous trois formes : la bakelite A, fusible à température peu élevée; la bakelite B, dure et cassante à froid, mais se ramollissant dans l'eau chaude et pouvant alors être moulée sous pression; enfin, la bakelite C, très dure, constituant un isolant électrique incomparable résistant au feu et à beaucoup d'agents chimiques tels que les acides étendus, pouvant être travaillée au tour et à la scie; de plus, la variété A se transforme facilement dans la variété B, et celle-ci dans la variété C, de sorte qu'il est possible d'enduire de la bakelite A fondue les objets qu'on veut isoler et passer ensuite à la variété B ou à la variété C, procédé qui rend très commode, aussi bien la confection d'une couche isolante plastique sur les fils et câbles, que celle d'une couche dure sur les bobines des transformateurs. D'ailleurs, on peut incorporer à la bakelite des substances diverses : sciure de bois, amiante, graphite, etc., et obtenir ainsi de nouvelles substances convenant à diverses applications.

J. BLONDIN.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : 276-35.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du) ; Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Quinzième Bulletin bimensuel de 1910.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Quinzième Bulletin bimensuel de 1910.

CHANGEMENT DE DOMICILE.

Nous rappelons à Messieurs les Membres adhérents, ainsi qu'aux personnes en relations avec notre Syndicat, que le siège social et les bureaux du secrétariat sont transférés, depuis le 1er juillet 1910,

rue d'Édimbourg, n° 9 (au rez-de-chaussée).

Prière d'y adresser toutes correspondances et toutes communications concernant le Syndicat.

AVIS.

Pendant le mois d'août les bureaux du Syndicat seront ouverts *seulement* de 2h à 4h de l'après-midi.

La Chambre syndicale ne se réunissant pas pendant les vacances, la prochaine séance aura lieu au commencement du mois d'octobre.

Distinction honorifique.

Par Décret du 15 juillet 1910, Me Gaston Mayer, avocat au Conseil d'État et à la Cour de Cassation, est nommé Chevalier de la Légion d'honneur.

Le Syndicat des Industries électriques saisit avec empressement cette occasion pour lui adresser, avec ses félicitations les plus sincères pour cette distinction bien méritée, l'expression de sa gratitude pour le concours dévoué qu'il lui apporte comme membre de sa commission consultative.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° La brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.



SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92.**

QUINZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

SOMMAIRE : Bibliographie, p. 88. — Compte rendu bibliographique, p. 88. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité, p. 88.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs, présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie, par M. A. Berthelot, député.

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation, chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

23° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

24° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

25° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage à la Sous-Commission du régime futur de l'Électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

26° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'électricité à Paris.

27° Rejet par le Sénat de la régie du gaz à Paris (séances des 21 et 28 février 1905).

28° Loi du 9 avril 1898, modifiée le 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

29° Deuxième Rapport présenté par M. Morlot sur le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

30° Rapport de la Commission des Compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux desiderata qui leur ont été soumis par la Commission (réservé aux exploitants d'usines électriques).

31° Modèle type du bulletin de commande de compteurs.

32° Compte rendu *in extenso* des séances de la Chambre des Députés des 31 octobre, 6, 8, 10 et 13 novembre 1905 (la question du gaz à Paris).

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et Réglementation. — Décret modifiant le décret du 14 janvier 1910 relatif à l'organisation du Comité permanent d'Électricité, p. 114.

Jurisprudence et Contentieux. — Procès-verbal de la séance du Comité consultatif du 4 juillet 1910, p. 115.

Chronique financière et commerciale. — Compagnie centrale d'éclairage et de transport de force par l'électricité (Compagnie d'électricité de Limoges), p. 118. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XIX.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE HYDRAULIQUE.

Considérations sur les débits industriels des cours d'eau de régime glaciaire [1].

Lorsqu'on se propose de faire une installation de force motrice hydraulique, le plus souvent on a intérêt à lui donner plus d'importance que celle qui correspondrait au débit minimum, et l'on s'installe pour pouvoir utiliser n fois le débit minimum, n étant un nombre plus grand que 1.

Si nous appelons P la puissance correspondant au débit minimum, la puissance moyenne annuelle ne sera pas nP, mais aura une valeur intermédiaire mP comprise entre P et nP.

C'est cette valeur mP qu'il est intéressant de connaître, et que les auteurs cherchent à déterminer pour les cours d'eau de régime glaciaire.

De plus, il importe aussi de connaître pendant combien de jours par an en moyenne une installation de puissance nP pourra fonctionner en plein, ceci afin de pouvoir se rendre compte quelle valeur il convient de donner à n pour qu'une partie déterminée du matériel de création de force et d'utilisation ne chôme pas trop longtemps chaque année et puisse travailler suffisamment pour gagner sa propre vie, c'est-à-dire gagner de quoi s'amortir et rémunérer le capital qui a servi à son installation.

Les cours d'eau ayant leurs sources sur des montagnes élevées, avec glaciers et neiges éternelles, ont des régimes semblables au cours de l'année.

Au mois de janvier, les eaux sont très basses, mais continuent à baisser encore jusqu'en mars où se produit généralement le minimum. A la fin de ce mois, ou au commencement d'avril, l'augmentation se manifeste d'abord lentement, et ensuite de plus en plus vite pour atteindre son maximum dans les mois de juillet et d'août, au moment de la fonte des neiges. En septembre le débit décroit bien rapidement, puis à partir d'octobre le volume des eaux diminue assez régulièrement jusqu'à la fin de l'année.

Au moment des fortes crues, mais pendant quelques jours seulement, les volumes deviennent presque toujours cinquante fois plus grands qu'au moment des basses eaux, et quelquefois atteignent même cent fois le volume minimum.

Ces débits de crues ne sont toutefois pas intéressants lorsqu'on installe une force motrice sur une eau courante non régularisée par un lac ou par de très grands réservoirs artificiels, car, vu leur peu de durée, il ne convient pas de faire des installations pouvant les utiliser.

En étudiant les précieux résultats d'observations fournis par le Dr Epper, directeur du Bureau hydrographique national suisse, les auteurs ont établi, pour les rivières alpestres de régime glaciaire, deux courbes générales pouvant servir de base pour la détermination de l'importance des installations qu'il est rationnel de créer dans différents cas.

A l'aide du graphique n° 1, on pourra déterminer

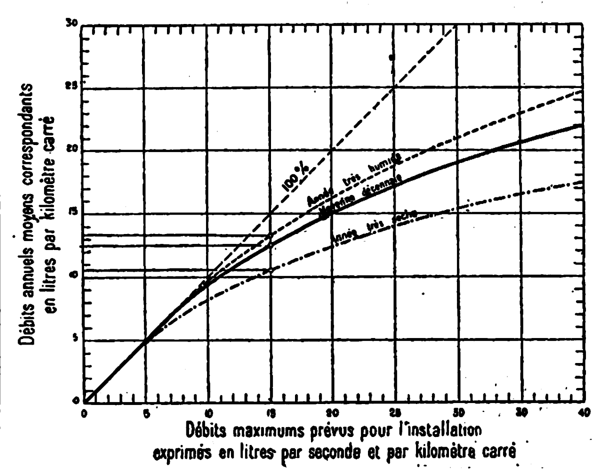


Fig. 1. — Graphique servant à déterminer, pour une rivière de régime glaciaire, le débit annuel moyen correspondant au débit maximum fixé pour l'installation.

quelle sera la puissance de production d'une installation donnée, correspondant à n fois le débit minimum, installation que l'on fera fonctionner en plein toutes les fois qu'il y aura assez d'eau, et le reste du temps avec toute eau disponible.

Au moyen du graphique n° 2, on peut calculer, pour une force déterminée et un but déterminé, combien de chevaux il est rationnel d'installer.

Pour que ces courbes puissent être employées d'une façon générale, elles ont été établies en se basant sur les débits spécifiques des bassins versants, exprimés en litres par kilomètre carré. Il suffira donc de multiplier les chiffres du graphique par l'étendue du bassin versant, en kilomètres carrés, et la hauteur de chute en mètres, pour avoir les puissances en kgm : sec, que l'on convertira en chevaux en divisant le résultat par 100, si l'on admet que les turbines ont un rendement de 75 pour 100.

Les courbes ont été établies pour une année très sèche, pour une année très humide, et pour la moyenne de dix années consécutives.

Ces calculs de prévision peuvent se faire avec grande approximation, car s'il est vrai que les quantités de pluies et de neige annuelles, et les cubes d'eau écoulés par les rivières alpestres varient de près du simple au double d'une année à l'autre, les volumes d'eau rationnellement utilisables varient beaucoup moins.

Les débits d'étiage des différents cours d'eau alpins ayant une certaine étendue de bassin versant, sont actuel-

[1] A. Boucher et H. Chenaud, *Bulletin technique de la Suisse romande*, 10 juin 1910, p. 121-123.

lement bien connus. Ils varient très peu d'une année à l'autre, et correspondent généralement à environ 5 l par seconde et par kilomètre carré du bassin versant.

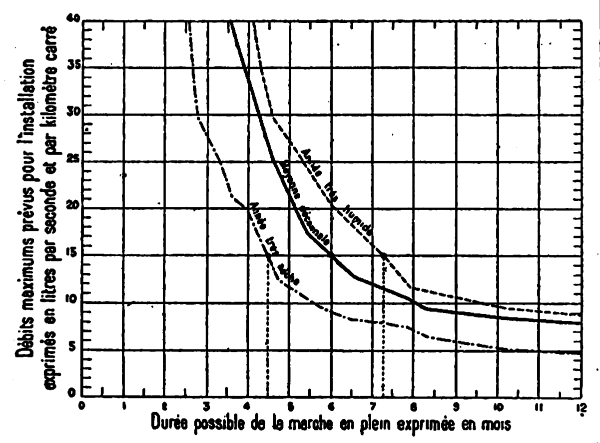


Fig. 2. — Graphique servant à déterminer, pour une rivière de régime glaciaire, la durée possible de la marche en plein d'une installation.

C'est le débit minimum qui a été admis dans les graphiques ci-dessus.

Pour les bassins très élevés, le débit d'étiage peut être un peu plus faible mais la différence n'est pas assez importante pour modifier sensiblement les résultats donnés par les graphiques.

En réalité, il est prudent de diminuer de 10 pour 100 les résultats du calcul, car l'étude de ces courbes est basée sur des moyennes décadaires, et comme on ne peut pas prétendre faire suivre aux machines les variations journalières de débit [1], il y aura forcément un peu de déchet dans l'utilisation de l'eau.

Prenons comme exemple l'aménagement d'une force motrice ayant un bassin versant de 600 km² et une chute nette de 175 m.

L'emploi des graphiques donne les résultats suivants :

En supposant une installation pour le débit minimum de 5 l par kilomètre carré, et en admettant des turbines ayant un rendement de 75 pour 100, la puissance obtenue serait de

$$\frac{5 \times 600 \times 175}{100} = 5250 \text{ chevaux},$$

sur l'arbre des turbines, et ces chevaux pourraient travailler toute l'année.

Pour une installation correspondant à trois fois le débit minimum, soit 15 l par kilomètre carré, et produisant au maximum 15750 chevaux, le graphique n° 1 montre qu'on aurait une puissance moyenne de

$$\frac{10,5 \times 600 \times 175}{100} = 11000 \text{ chevaux}$$

en année exceptionnellement sèche; de

$$\frac{12,4 \times 600 \times 175}{100} = 13000 \text{ chevaux}$$

en année moyenne, et de

$$\frac{13,2 \times 600 \times 175}{100} = 13800 \text{ chevaux}$$

en année très humide.

Le graphique n° 2 montre que ces 15000 chevaux installés ne travailleraient en plein que pendant quatre mois et demi dans une mauvaise année, pendant six mois en année moyenne, et pendant sept mois et quart dans une très bonne année.

La compilation des livres de marche de différentes usines sur la Drance en Valais, l'Arc et la Romanche en France, ont montré que la pratique confirme bien les prévisions qu'il est possible de faire au moyen des courbes de MM. Boucher et Chenaud.

Calcul du diamètre économique des conduites forcées.

On constate souvent, dans les installations hydrauliques, que la dépense engagée par l'achat des conduites est l'article le plus élevé du devis d'aménagement. Le plus souvent, cependant, on se fixe arbitrairement la valeur de la perte de charge ou de la vitesse à réaliser, et l'on en déduit le diamètre au moyen des formules connues (Darcy, Lévy, Flamant, etc.). Cette méthode présentant une grande part d'arbitraire, ne conduit qu'exceptionnellement à la solution la plus économique. Une diminution de diamètre restreint les frais d'établissement et par suite l'intérêt et l'amortissement annuel; mais elle diminue également la puissance disponible : on prévoit qu'il doit exister une combinaison du diamètre et de la vitesse plus économique que toutes les autres. M. L. PIERRE [1] s'est proposé de déterminer cette combinaison; pour cela, il exprime les bénéfices annuels en fonction d'une seule variable, le diamètre D de la conduite, et cherche le maximum de cette fonction. Il trouve ainsi pour le diamètre correspondant au maximum d'économie

$$D = \sqrt[7]{0,046 \frac{v q^3 N}{H t f}},$$

v étant le prix de vente du cheval aux bornes de l'usine, q le débit moyen en mètres cubes, N le nombre d'heures de fonctionnement prévu par année, H la hauteur de chute, t le taux d'amortissement et d'intérêt par franc, f le prix en francs de la tonne d'acier. La solution est indépendante de la longueur de la canalisation.

L'auteur arrive d'autre part à la conclusion suivante :

La conduite forcée la plus économique est celle pour laquelle la valeur de l'énergie perdue annuellement par les frottements est égale aux deux cinquièmes du coût annuel d'intérêt et d'amortissement.

[1] Ces variations journalières peuvent dépasser dans les mois d'hiver 20 pour 100.

[1] *La Houille blanche*, mars 1910.



Conduite en acier de 3,81 m de diamètre de l'usine hydro-électrique de Schaghticoke (Etats-Unis).

Cette usine se trouve sur la rivière Hoosik, près de Troy, dans l'État de New-York. Elle a été établie par la Schenectady Power Company dans les conditions suivantes: A l'emplacement choisi, la rivière forme un S, à l'extrémité supérieure duquel a été construit un barrage de 8,50 m de hauteur et 150 m de longueur. Au-dessus du barrage s'amorce un canal de 800 m environ de longueur et 7,30 m de largeur au plafond, lequel se termine par un barrage en béton de 9 m environ de hauteur et 30 m de longueur.

L'eau venant par ce canal est amenée à la station par une conduite en tôle rivetée de 3,81 m de diamètre et 305 m de longueur, terminée par cinq conduites plus petites, également en tôle rivetée, dont chacune aboutit à une turbine. Pour relier la grosse conduite aux petites, on a fait déboucher la première dans une sorte de réservoir en tôle d'acier de 12 m de diamètre et 16 m de hauteur, établi sur le sol avec une fondation convenable. La grosse conduite franchit sur son parcours un des coudes de la rivière et traverse, en outre, un contrefort d'une colline par une tranchée de 12 m de profondeur taillée dans le roc.

La conduite de 3,81 m est faite en sections de 1,83 m de longueur, formées chacune de trois tôles d'acier de 9 mm d'épaisseur cintrées à la courbure voulue et poinçonnées à l'atelier, puis amenées au chantier et alors assemblées, rivetées et montées. Les rivets ont 21 mm de diamètre et sont disposés en double rangée avec 75 mm d'écartement d'axe en axe pour les joints longitudinaux et en simple rangée pour les joints circulaires qui en comptent 192 pour chacun.

Les joints des sections adjacentes se font par emboîtement, de sorte que les diamètres des parties voisines diffèrent de deux fois l'épaisseur de la tôle. Ces sections sont rivées deux à deux au montage, de manière à former des bouts de 3,66 m pesant 3830 kg, qu'on transporte à pied d'œuvre. Une cornière de 122 × 120 mm est rivetée extérieurement sur la circonférence de chaque bout de tuyau de 1,83 m pour lui donner de la raideur. La conduite est contenue dans toute sa longueur dans un plan vertical et elle est formée de quatre alignements raccordés par des coudes par rapport à l'horizontale. Le premier a, sur une longueur de 71,22 m, une différence de niveau de 16,93 m entre ses deux extrémités; le second est horizontal sur toute sa longueur, qui est de 119,56 m; le troisième a 32,94 m de long et se relève à l'extrémité de 15,10 m; enfin, la dernière partie, de 43,60 m, s'abaisse à l'extrémité de 2,13 m pour aboutir au réservoir dont il a été question plus haut.

On a disposé des joints de dilatation sur chacune des première et troisième section, et la seconde section porte au milieu un tuyau de vidange de 0,45 m de diamètre. Les raccordements, opérés à une extrémité avec le mur du barrage et à l'autre avec le réservoir, sont faits avec des brides assemblées avec le plus grand soin.

Aux joints de dilatation, les tôles formant la conduite sont élargies à l'extrémité de 12,5 mm et les rivets dans cette partie ont leurs têtes noyées dans la tôle. Un des tuyaux pénètre dans l'autre de 0,75 m environ et l'espace annulaire qui reste entre les deux tuyaux est rempli de chanvre retenu par un anneau boulonné sur les parois du tuyau, de manière à former une espèce de presse-étoupes. Des garnitures analogues sont disposées sur les petites conduites allant du réservoir à la station.

A terre, la grosse conduite est posée sur des supports en béton de 3 m de hauteur et de 0,61 m d'épaisseur, placés à 3,65 m d'axe en axe; la partie supérieure de ces supports a la forme d'un arc de cercle de même rayon que le tuyau, de manière à empêcher le déplacement latéral de celui-ci. Au passage de la rivière, la conduite repose sur des selles semi-circulaires en acier portées elles-mêmes sur deux poutres en treillis en acier qui franchissent le cours d'eau avec une pile intermédiaire; la longueur totale de chaque poutre est de 30,50 m.

Les conduites plus petites qui servent à amener l'eau du réservoir aux turbines sont au nombre de cinq, quatre de 1,83 m de diamètre et une de 0,61 m. Sur une distance horizontale de 88,50 m, les premières descendent de 3,51 m et la dernière de 3,42 m. Elles sont, sur une partie de la longueur, placées dans une tranchée et, dans le reste, posées sur des supports en béton établis après leur mise en place, pendant qu'elles étaient portées sur des appuis provisoires.

Le poids total de métal entré dans la construction des tuyaux et du réservoir est d'environ 700 tonnes; il y a approximativement 92000 rivets de 21 et 25 mm de diamètre, dont 46000, c'est-à-dire la moitié, ont été posés au montage. Le travail a été fait en six mois environ, par une équipe comptant, suivant les cas, de seize à quarante hommes.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Perfectionnements aux accumulateurs alcalins (1).

En vue de réduire le prix des supports, au lieu de faire ceux-ci en nickel, on les fait ici en fer. L'électrode positive comprend donc un support en fer ou en acier, aussi exempt d'oxyde que possible et une matière active ayant la propriété de rendre le fer passif (oxydes supérieurs de nickel) ou qui, étant indifférente au début (protoxyde hydraté de nickel), se transforme par la charge en matière active rendant le fer passif.

En additionnant au fer ou à l'acier de petites quantités d'autres métaux tels que silicium, manganèse, chrome, wolfram, cobalt, etc., on rend le support encore plus indifférent à l'électrolyse en anode.

Pendant la fabrication, on évite la formation de rouille à la surface du support en recouvrant celui-ci, et en mouillant la matière active avec une matière qui n'est pas un électrolyte, l'huile de paraffine par exemple.

T. P.

(1) Nya Ackumulator Aktiebolaget Jungner. Brevet français 401533 du 31 mars 1909.



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

CANALISATIONS.

Possibilités actuelles d'emploi des câbles souterrains pour des tensions supérieures à 25 000 volts.

LIGNES AÉRIENNES ET LIGNES SOUTERRAINES. — Depuis longtemps, en tous pays, même en France, des lignes de transmission fonctionnent à des tensions de 50 000 et 60 000 volts. Or, toutes ces lignes sont aériennes.

Nombreux, pourtant, sont leurs inconvénients.

Routes encombrées, poteaux de bois qui pourrissent, pylones de fer qui se rouillent, isolateurs détruits par la foudre, par le plomb du chasseur, par le caillou du passant, conducteurs chargés à haute tension qui tombent sur la route, etc.

Aussi, au Congrès de Grenoble, voici déjà huit ans passés, M. Picou croyait pouvoir nous dire : « Regardez bien ces pylones et ces isolateurs, bientôt vous ne les verrez plus. »

Prédiction douce aux oreilles des constructeurs de câbles; mais ils en attendent encore la réalisation.

Car le chœur des exploitants s'est levé pour crier :

« Que dites-vous?

» Vous ne songez pas à l'énorme capacité d'une longue ligne souterraine. Elle absorbera à elle seule, sans effet utile, la pleine charge en kilowatts d'un ou de plusieurs alternateurs.

» Elle déterminera des résonances, des claquages de câbles, des répercussions qui immobiliseront l'exploitation pendant des jours entiers.

» La recherche et la réparation d'un seul défaut sur un câble souterrain coûtent autant que celles de dix défauts sur une ligne aérienne.

» Avantageux, peut-être, pour l'entretien et la durée d'amortissement, les câbles souterrains restent inabordables par leur prix de premier établissement.

» Songez que le poids du plomb varie comme le carré de l'épaisseur d'isolant et, par conséquent, comme le carré de la tension d'emploi; les prix prohibitifs sont vite atteints.

» Remplacer nos lignes aériennes par des câbles souterrains, mais ce serait pour nous la ruine! »

Ne nous étonnons donc pas de contempler encore, en 1910, les alignements indéfinis de pylones et les longues chaînettes de cuivre.

Peut-être, cependant, est-il intéressant de chercher à mettre cette question au point et de se demander si les exploitants, timorés à l'excès, ne s'attardent pas trop dans les chemins frayés.

Cette timidité, il faut le reconnaître, est encouragée par de graves autorités.

OPINIONS ÉMISES JUSQU'ICI SUR LES LIMITES D'EMPLOI DES CABLES. — En 1908, au Congrès de Clermont-Ferrand de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, M. Blondel condamnait d'un mot les câbles souterrains, pour la réalisation de la transmission Bellegarde-Paris à 100 000 volts.

« Les effets de capacité à courant alternatif sont, disait-il, tellement énormes à ces tensions qu'on ne saurait songer un instant à un transport triphasé souterrain [1]. »

Pour 100 000 volts, reconnaissons-le, cette appréciation reste indiscutable.

Cette même année 1908, au Congrès d'Électricité de Marseille, M. de Marchena concluait ainsi son Rapport :

« Les câbles isolés au papier, ou à isolation mixte et à pouvoirs inducteurs gradués et du type à trois conducteurs, permettent d'aborder toutes les tensions jusqu'à 35 000 volts. Au delà, il est préférable de recourir à l'emploi des câbles à un conducteur. »

Sans indiquer positivement de limite supérieure pour ces câbles à un conducteur, il paraissait enclin à la placer au-dessous de 50 000 volts.

Enfin, dans son numéro du 30 mai 1909, *La Revue électrique* résumait une communication faite à l'A. I. E. E., par MM. Schwetzer et Junkersfield et dont nous rappelons les conclusions :

« Des câbles exploités à des tensions allant jusqu'à 25 000 volts, peuvent donner des résultats satisfaisants, même pour des réseaux comprenant jusqu'à 160 km de câbles.

» Aucune ligne d'un tel réseau ne devrait dépasser beaucoup la longueur de 30 km. Si l'on veut dépasser ces tensions, il faudra recourir à des modes d'installation spéciaux (câbles à conducteur unique logés dans des caniveaux pleins d'asphalte).

» Sur des longueurs relativement courtes, sous terre ou dans l'eau, on peut employer des câbles à 40 000 volts. (Ce cas peut se présenter pour le raccord de deux tronçons d'une longue ligne aérienne.) »

Ici encore, manque l'indication de la limite supérieure de tension admise pour les câbles à un conducteur.

En laissant à part l'opinion de M. Blondel, qui ne s'est pas occupé des câbles à 40 000 volts, voici donc deux voix autorisées qui semblent confiner au-dessous de 40 000 volts l'emploi des câbles souterrains.

CABLES A 40 000 VOLTS FABRIQUÉS A CE JOUR. — « E pur si muove! » Depuis 1908, la tension de service de 40 000 volts correspondant à une tension d'essai de 120 000 volts en usine, a été atteinte deux fois pour des câbles à trois conducteurs, sans même avoir recours aux isolants complexes préconisés par O'Gorman et par Jona [2], et cela pour des longueurs réellement industrielles, non pour de simples traversées de voies.

---

[1] Par contre, dans son projet en courant continu, il prévoyait l'emploi de câbles souterrains à un conducteur, sous 100 000 volts, un échantillon de ce type ayant été essayé avec succès à Genève, devant la Commission du Conseil municipal de Paris.

[2] Voir *La Revue électrique*, t. II, 30 décembre 1904, p. 359.

M. Paul Girod a commandé, pour son installation d'Ugine, 2,6 km de câble 3 × 40000 volts et, depuis, la Société grenobloise de Force et de Lumière a fait exécuter 4,5 km du même câble (¹).

DISCUSSION DES LIMITES PROPOSÉES. — A. *Câbles à trois conducteurs.* — Ces faits, matériellement acquis, nous donnent tout au moins le droit de discuter les sentences sévères que nous venons de rappeler.

Pour motiver la sienne, M. de Marchena invoque l'impossibilité, sinon de construire, tout au moins de poser des câbles dont les dimensions et le poids dépassent certaines limites.

Ces dimensions et ce poids maxima limitent eux-mêmes l'épaisseur d'isolant et, par suite, la tension à laquelle le câble peut être essayé.

M. de Marchena admet que le diamètre du câble ne peut, en pratique, dépasser 70 mm. Or, ce maximum a été franchi, notamment pour les câbles de la Grenobloise.

De plus, sa foi paraît bien grande dans la portée pratique des calculs de O'Gorman et de Jona. Ces calculs, basés sur la distribution du potentiel dans l'intérieur d'un condensateur cylindrique, et rigoureusement exacts pour les câbles à conducteur unique ou à deux conducteurs concentriques, ne s'appliquent plus aux câbles à trois conducteurs, comme M. de Marchena lui-même le reconnaît; mais ils ne sont guère plus exacts si l'on remplace, comme il le fait, les trois conducteurs par un conducteur fictif unique, enveloppe des trois conducteurs réels, et que l'on traite alors le problème comme celui d'un câble à un seul conducteur.

En réalité, et Russell le montre dans son Ouvrage sur les courants alternatifs, la répartition des surfaces équipotentielles dans un câble à trois conducteurs est plus compliquée.

Un secteur, dont toute la surface est au potentiel zéro, tourne dans la section droite du câble à raison de deux tours par période.

Six fois par période, au moment du passage de chacun des conducteurs par le potentiel maximum, les courbes équipotentielles entourant ce conducteur sont des cercles.

A toute autre époque, elles sont elliptiques, d'aplatissement sans cesse variable, et les lignes de force en sortent plus ou moins parallèles. En somme, l'épreuve subie par l'isolant dans un câble à plusieurs conducteurs est sensiblement moins dure que celle à laquelle il est soumis dans un câble à conducteur unique.

M. de Marchena fixe à 7500 volts la valeur de la rigidité limite aux essais obtenue pour les isolants actuels, et il fait entrer ce nombre dans la formule de Jona comme représentant la rigidité de la couche intérieure de l'isolant.

Nous croyons qu'on sera plus près de la vérité en prenant cette valeur, non pour la rigidité maxima, mais pour la rigidité moyenne de l'isolant et en laissant de côté les calculs de Jona pour les câbles à trois conducteurs.

Sur quelle épaisseur d'isolant pourrons-nous obtenir cette rigidité moyenne de 7500 volts? Car c'est le fond de la question.

(¹) Ces deux commandes ont été passées à la Société française des câbles électriques Berthoud-Borel.

La rigidité obtenue est, pratiquement, en raison inverse de l'épaisseur d'isolant à imprégner.

Au delà d'une certaine épaisseur, variable avec le procédé d'imprégnation employé, variable aussi avec la manière dont il est appliqué, il devient impossible de cuire le câble jusqu'au cœur, et la résistance totale à la rupture reste inférieure à celle obtennue avec un isolant moins épais, mais mieux cuit.

Admettons, en forçant peut-être les chiffres, que l'on arrive à imprégner, à la rigidité de 7500 volts, une épaisseur maxima de 20 mm.

La tension limite aux essais sera donc, dans le câble à trois conducteurs tordus, de $20 \times 7500 = 150000$ volts.

A quelle tension de marche ce chiffre correspond-il?

Rappelons que d'après MM. de Marchena et Brylinski, à ces très hautes tensions, les surtensions seraient, non pas proportionnelles à la tension de service, de la forme αE, mais bien de la forme $a + E$, a étant une constante; elles seraient donc relativement moins marquées au-dessus de 25000 volts qu'au-dessous.

Point n'est besoin, concluent-ils, d'essayer au triple de la tension de service les câbles devant fonctionner à plus de 25000 volts efficaces.

L'essai au double, plus une constante, doit suffire.

A la vérité, nous ne voyons pas bien, malgré la démonstration mathématique, un peu sommaire, apportée par M. de Marchena, en quoi les raisonnements établis pour évaluer les surtensions aux tensions basses ou moyennes cessent d'être exacts aux tensions supérieures.

Jusqu'à ce qu'une expérience directe ou que des observations soigneusement faites aient élucidé la question, nous croyons donc prudent de garder pour l'essai le coefficient du triple.

Nous arrivons ainsi à 50000 volts pour la tension limite d'un câble souterrain à trois conducteurs.

Or, ce chiffre est bien voisin de la limite pratique qu'imposent, pour les lignes aériennes, nos conditions climatériques, si, comme nous le pensons, cette limite ne peut dépasser 60000 volts.

Il est, en tout cas, supérieur de près de 100 pour 100 au chiffre envisagé par M. de Marchena, et il explique les résultats satisfaisants obtenus dans les deux installations précitées.

La section de chacun des conducteurs ne pourra guère dépasser 90 mm², correspondant à un diamètre sous plomb de 78 et à un diamètre sur armure de 85 (¹).

B. *Câbles à un conducteur.* — Voyons maintenant quelle tension de service permettra l'adoption, dans une distribution triphasée, de trois conducteurs placés chacun dans un câble distinct.

Pourrons-nous, pour ces câbles, compter sur les mêmes constantes que pour les câbles à trois conducteurs? Pourrons-nous, en particulier, obtenir une rigidité de 7500 volts sur 20 mm d'isolant? D'une part, la masse totale d'isolant

(¹) Si le neutre est mis à la terre, le potentiel sera limité entre chacun des conducteurs et la terre; on pourra se dispenser d'essayer au triple l'isolant commun placé entre conducteur et terre, et l'on réduira son épaisseur à une fraction de e. M. de Marchena a, par exemple, proposé avec raison de s'en tenir à $e = 0,5$ e.

C'est une raison sérieuse pour toujours mettre, dans ces transmissions, le neutre à la terre.

3...

à imprégner sera moins considérable, et le diamètre du conducteur unique pourra être pris notablement supérieur à celui de chacun des trois conducteurs tordus, ce qui améliorera la résistance à la rupture; mais, d'autre part, les calculs de Jona s'appliquent ici rigoureusement et nous devons envisager la rigidité limite de la couche intérieure.

Supposons cette rigidité limite égale à 8000 volts.

Admettons encore 20 mm pour le maximum d'épaisseur imprégnable. La formule de Jona nous donne 67000 volts pour le maximum de tension correspondant aux conditions optima [1].

Nous dépassons donc légèrement le maximum admissible pour les lignes aériennes, du moins à notre avis, et jusqu'à ce que l'exécution du projet Blondel ait démontré le contraire.

Le diamètre d'un câble à un conducteur sera, sous plomb, de 51 mm pour 100 mm² de section.

En portant la section à 150 mm², nous améliorerons les conditions de résistance à la rupture et le diamètre deviendra 54 mm.

Effets de la capacité et remèdes. — Reste l'objection de M. Blondel, celle de la capacité qui, d'une part, détermine le courant de charge et, d'autre part, produit des surtensions.

Courant de charge. — La capacité kilométrique d'un câble à un conducteur de 75 mm² avec 18 mm d'isolant est de 0,110 à 0,115 microfarad.

Admettons que la capacité réelle à introduire dans la formule du courant de charge du câble triphasé de 90 mm² soit de l'ordre de grandeur de 0,15 microfarad par km, et de 0,200 pour chacun des câbles à un conducteur de 150 mm², nous trouvons que, à la fréquence 12, ce courant de charge serait, par kilomètre, pour le câble à 3 conducteurs tordus, 0,565 ampère; pour le câble à 3 conducteurs séparés, 1 ampère.

La limite maxima de densité de courant admise dans les câbles ayant une telle épaisseur d'isolant, soit 2 amp. par mm² rendrait pratiquement impossible le transport à plus de 200 km puisque, à vide, le courant de charge représenterait, au départ, le courant limite du câble.

On est donc forcé d'adopter une combinaison pour compenser la capacité par une self-induction, par exemple par l'emploi de transformateurs de rapport unité.

Cette sujétion, cette dépense ne sont-elles pas compensées et au delà, par la suppression de tous les ennuis et de toutes les charges entraînées par les lignes aériennes?

Surtensions. — C'est là encore une source d'ennuis graves, mais contre toutes les causes qui les produisent, on dispose, croyons-nous, de remèdes suffisants.

Résonances d'harmoniques. — Il peut s'en présenter à tout instant du développement des installations, car la self-induction du réseau et, par suite, sa période de résonance, varient avec le nombre d'appareils branchés et avec leur charge.

Il paraît donc tout à fait impossible de les prévoir avant la mise en exploitation, et il faut toujours s'attendre à les rencontrer à un moment donné.

Mais les résonances d'harmoniques sont, l'expérience le prouve, un fait des plus rares dans les transmissions aux tensions usuelles; dans les transmissions à 50000 volts, sont-elles plus dangereuses, les remèdes employés pour y remédier doivent-ils être différents de ceux adoptés pour les premières? Nous ne le pensons pas.

Nous rappellerons l'intéressante remarque qu'a faite M. Brylinski.

La capacité répartie d'une longue transmission, surtout si elle est souterraine, jouerait pour les harmoniques divers le rôle d'un puissant amortisseur.

Si l'expérience ne confirmait pas ce rôle amortisseur de la ligne, il nous resterait les ressources connues : supprimer les harmoniques des alternateurs ou, si l'on tombe sur une résonance, augmenter la self-induction de la ligne. La capacité, déjà trop grande, ne saurait être augmentée.

Mise en charge. — On sait que, aux tensions moyennes, la manœuvre de mise en charge brusque d'un câble à vide peut doubler la tension maxima sur le câble.

L'expérience de réseaux dont les câbles ont été essayés à l'usine au triple de la tension de service et au double après pose, paraît montrer qu'elle ne dépasse pas cette valeur. Puisque, malgré l'avis de M. de Marchena, nous admettons pour les câbles à très haute tension les mêmes coefficients de sécurité que pour les autres, nous ne croyons pas avoir à redouter cette cause d'accidents. Il nous resterait, en tout cas, la ressource de charger la ligne au travers d'une résistance morte ou d'une self-induction comme on le fait dans certaines installations à moyenne tension. Les transformateurs compensateurs du courant de charge contribueraient à ce rôle.

Coupures. — Elles ne sont dangereuses que si elles sont faites au moment d'un court-circuit ou du plein courant de charge, ce qui sera très rare dans l'exploitation.

Ce cas se ramène au suivant :

Extinction brusque de court-circuit. — C'est là, on le sait, la cause prédominante, sinon unique, des accidents de répercussion dans les câbles à moyenne tension. L'expérience paraît montrer que l'essai des câbles au triple à l'usine met à l'abri de ces répercussions. Nous pouvons donc espérer, *a fortiori*, nous en débarrasser aux très hautes tensions.

Pour plus de sécurité, tout au moins dans les débuts de l'exploitation, il sera bon de ménager au départ de l'usine et dans les sous-stations, d'importantes batteries de déchargeurs de types divers, à cornes, à rouleaux multiples, à jet d'eau, électrolytiques, d'autres encore si l'on en trouve.

Là encore, aucune impossibilité d'exploitation ne se révèle.

En résumé, nous n'apercevons pas de difficulté insurmontable d'exploitation pour les câbles tordus et armés jusqu'à 50000 volts et 90 mm² de section et, pour les câbles à un conducteur jusqu'à 67000 volts et 150 mm² de section.

Ajoutons, que, d'après un article de Jacquin paru dans *La Revue électrique* du 30 mai 1910, p. 376, aucun effet d'induction n'est sensible sur ces câbles à conducteur unique.

Essais. — Si nous adoptons l'essai au triple à l'usine, au double après pose, nous voyons que nous devrons dis-

[1] Voir *Congrès international des applications de l'Électricité*, t. I, p. 151 et suiv.

poser d'appareils permettant de monter la tension à l'usine de 67000 à 200000 volts et, à pied-d'œuvre, à 134000 volts.

Pour l'essai à l'usine, on trouve, maintenant, des transformateurs permettant d'essayer à ces tensions.

Après pose, on se trouve arrêté par la difficulté de transporter, de monter, de sécher sur le chantier des transformateurs de puissance et de tension suffisantes.

Mais l'essai après pose doit-il être fait nécessairement en courant alternatif, comme l'essai à l'usine?

L'essai à l'usine sert à vérifier si l'isolant possède la rigidité diélectrique nécessaire. Cet isolant travaille au triple pendant 15 minutes, durée bien supérieure à celle de la plus longue des surtensions auxquelles il sera soumis en cours d'exploitation.

L'épreuve, faite aux fréquences de 40 à 50 généralement employées, est très dure et détermine un échauffement souvent considérable.

On est donc, quand l'essai a réussi, pleinement édifié sur la qualité diélectrique de l'isolant.

Que cherche-t-on dans l'essai après pose?

Simplement à vérifier que le câble n'a pas subi de blessures graves et que les jonctions et branchements ont été bien faits, sans possibilité de rentrée d'eau.

Ne peut-on, dès lors, se contenter, faute de mieux, de faire l'essai en continu, à la valeur maximum de la courbe de tension correspondant à la tension efficace adoptée pour l'essai?

Dans ce cas, en effet, n'est-ce pas seulement la valeur de la tension maxima qui importe?

Il nous faudra donc disposer d'un appareil permettant de monter la tension en continu à

$$2\sqrt{2} \times 67\,000 \text{ volts} = 187\,000 \text{ volts}.$$

Or, le courant de charge en continu est, pour ainsi dire, aussi faible qu'on veut, ce qui permettra de réduire à une valeur très faible, la puissance de l'appareil employé.

Il suffira que le câble soit assez bien isolé pour retenir sa charge, et ceci est toujours exact pour les câbles à très haute tension.

Pour atteindre 190000 volts en continu, des systèmes assez variés et plus ou moins pratiques, condensateurs chargés en dérivation, et déchargés en série, soupapes cathodiques, redresseurs tournants, etc., ont été proposés et employés (¹).

Isolement kilométrique. — L'isolement kilométrique après pose, le seul dont il soit intéressant de s'occuper, n'aura pas besoin d'avoir une valeur supérieure à celle de l'isolement kilométrique des lignes de tension moyenne, puisque, dans un cas comme dans l'autre, on veut seulement connaître le chiffre au-dessous duquel le fournisseur du câble sera tenu d'intervenir si une baisse d'isolement se produit en cours d'exploitation.

100 ou 200 mégohms au kilomètre suffiront.

Conclusions. — En résumé, nous croyons parfaitement possible, au point de vue technique, d'établir des transmissions à longue distance à 50000 volts par câbles tordus et armés jusqu'à 90 mm², à 67000 volts en câbles sous plomb à un conducteur jusqu'à 150 mm² de section, le plomb de ceux-ci étant, ainsi que le neutre de la distribution, en connexion avec la terre.

Il sera seulement nécessaire d'intercaler des transformateurs de rapport unité pour compenser le courant de charge et amortissant les surtensions.

Ordre de grandeur du prix de revient. — Quel sera maintenant le prix de revient?

Le câble à trois conducteurs de 50 mm² pourra être placé directement en tranchée. A son prix au mètre, rendu à pied-d'œuvre, soit environ 25 fr, il faut ajouter 5 fr en moyenne pour le mètre de tranchée. Il sera nécessaire, pour la sécurité de la transmission, d'avoir deux câbles en tranchées séparées. Les prix ci-dessus doivent donc être doublés. La transmission complète coûterait donc environ 60 fr le mètre.

Le câble sous plomb de 150 mm² à 67000 volts pourra coûter 15 fr le mètre, le prix total sera de $3 \times 15 = 45$ fr.

Ils devront être placés en caniveau de béton pour les séparer et les protéger contre les chocs extérieurs, plus la tranchée; le prix peut en être évalué à 10 fr le mètre pour un caniveau à 6 compartiments; le prix de la tranchée pourra atteindre 8 fr et le prix total sera de

$$6 \times 45 + 18 = 288 \text{ fr}.$$

Le prix de la ligne aérienne à 120000 volts serait, d'après le projet de M. Blondel, de 520 fr par mètre pour 3 câbles nus de 300 mm², transportant par conséquent une puissance quadruple.

Mais il ne faut pas oublier que, en face du poste d'entretien des lignes aériennes fort important, pour les raisons indiquées en commençant, nous pouvons, en pratique, pour la ligne souterraine, aligner un zéro.

Enfin, la durée d'amortissement, étant donnée l'inaltérabilité pratiquement reconnue des câbles sous cellulose, peut être évaluée à 30 ans au lieu de 15 ou 20 comme dans la ligne aérienne.

Attendons maintenant qu'une société exploitante un peu hardie fasse assez confiance aux constructeurs de câbles pour discuter tout au moins avec eux les possibilités pratiques et le coût exact d'installation d'une transmission à très haute tension et contentons-nous d'avoir indiqué qu'il n'y a pas, en somme, un tel écart de prix entre les deux systèmes, que l'un doive être écarté *a priori*, comme on le croit trop souvent.

M.-J. Grosselin.

(¹) Qu'il nous soit permis de rappeler ici l'appareil Delon-Berthoud, Borel qui cueille les maxima de tension de noms contraires d'une courbe alternative, en sorte que si la f. é. m. effective du courant alternatif est E, l'essai est fait à $2E\sqrt{2}$.

Pertes par l'air dans les lignes de transmission (¹).

La tension employée dans les longues lignes de transmission est limitée par des considérations économiques concernant principalement :

1° Les appareils générateurs et transformateurs;

2° Les isolateurs des lignes;

3° La perte entre fils par l'air environnant.

Grâce aux progrès réalisés dans la construction des

(¹) A. Watson, *J. of the Inst. of E. Engineers*, juin 1910.



machines, et à l'emploi de l'huile pour l'isolement des transformateurs et de l'appareillage, le fonctionnement de ces différentes parties de l'installation est généralement satisfaisant; il en est de même pour les isolateurs, et plus spécialement si l'on emploie les isolateurs suspendus; à tous ces points de vue, il est difficile de dire quelle sera la tension limite à ne pas dépasser d'une manière courante.

En ce qui concerne la décharge par l'air, cependant, il est au delà de notre puissance d'augmenter sa résistance d'isolement, et c'est probablement de ce côté que nous serons limités pour l'augmentation de la tension; l'auteur se propose d'examiner cette question.

Nous savons d'une manière générale qu'il y a décharge entre deux électrodes de noms contraires quand la tension électrique au voisinage de ces électrodes dépasse la rigidité diélectrique de l'air dans lequel elles sont placées; cette décharge donne naissance à un arc.

Dans le cas de lignes de transmission de force, les fils sont assez éloignés l'un de l'autre pour qu'il ne puisse y avoir formation d'un arc, et la décharge prend la forme d'une enveloppe lumineuse autour des fils et appelée généralement *corona;* cette gaine lumineuse est très actinique et peut être aisément photographiée.

Si nous représentons par

R la tension électrique en kv : cm,
a le rayon du fil en centimètres,
d la distance de centre à centre des fils de ligne,

nous aurons

$$R = \frac{V}{2a \log_e \frac{d}{a}}\left(1 + \frac{a}{d}\right)^2,$$

si V est la tension entre fils et si la ligne est à une distance infinie de la terre; pour un fil concentrique à un tube, on a

$$R = \frac{V}{a \log_e \frac{b}{a}},$$

b étant le rayon du tube.

Aussitôt que le conducteur devient lumineux, la perte d'énergie devient importante, et il est de grand intérêt de déterminer la valeur de la tension qui amène la formation de la gaine lumineuse.

D'après les essais exécutés par M. Mershon sur une ligne constituée par deux fils de 2,60 mm espacés de 1,40 m sous une tension maximum égale à 96200 volts (73 ~), la perte par la surface était égale à 1500 watts par kilomètre de ligne, l'épaisseur de la gaine lumineuse était égale à 0,8 mm et la perte calculée était seulement égale à 364 watts par kilomètre, c'est-à-dire le quart de la perte réelle.

Pour expliquer cette différence, l'auteur suppose que, à chaque période, une décharge se produit aussitôt que la tension superficielle dépasse la rigidité diélectrique de l'air; chaque couche élémentaire d'air possède à ce moment une certaine quantité d'énergie, qui au moment de la décharge se transforme en chaleur, augmentant ainsi la perte par la surface.

L'énergie emmaganisée par unité de volume d'air sous une tension électrique R est égale à

$$\frac{R^2}{2}\frac{4\pi}{1}\text{ ergs},$$

si R est donné en unités électrostatiques (300 volts par centimètre).

L'énergie emmaganisée dans un tube élémentaire de la gaine lumineuse est égale à

$$\frac{R^2}{2}\frac{1}{4\pi}2\pi r\,\delta r \text{ ergs par centimètre de longueur de fil} = \frac{R^2}{4}r\,\delta r.$$

Si R est donné en kilovolts par centimètre, cette énergie est égale à

$$\frac{11,1}{4}R^2 r\,\delta r.$$

La perte totale est alors égale à

$$0,0556\int_{a_0}^{a_1} R^2 r\,\delta r \text{ watts par kilomètre de ligne,}$$

si a_0 est le rayon du fil et a_1 le rayon de la gaine lumineuse.

En appliquant cette formule au cas précédent, l'auteur trouve une perte égale à 254 watts par kilomètre de ligne (double) en procédant à l'intégration à l'aide d'une courbe de R en fonction de la distance au conducteur. Cette perte est encore plus petite que la perte observée et il est nécessaire de rechercher d'autres causes.

Dans ce but, l'auteur suppose que les couches d'air électrisé, au voisinage immédiat du fil, exercent une action mécanique sur les couches d'air voisines et se mettent en mouvement pour céder leur place à des couches d'air frais, qui s'électrisent à leur tour en reproduisant le même cycle, de sorte qu'il se produise une perte d'énergie continue et égale au produit du volume d'air passant sur le conducteur et de l'énergie emmagasinée par l'unité de volume au moment de la décharge, si cette théorie est exacte, la décharge doit être accompagnée d'un mouvement d'air appréciable, d'un véritable vent électrique (décharge par convection, « brush discharge »).

La pression résultant de cette décharge doit être égale à

$$\frac{B^2}{8\pi}\text{ dynes par centimètre carré,}$$

si B représente la densité du champ électrostatique; il en résulte l'expression

$$\frac{\rho v^2}{2} = \frac{B^2}{8\pi},$$

ρ étant la densité de l'air et v sa vitesse, il vient donc

$$v = \frac{B}{\sqrt{4\pi\rho}} = 7,84B,$$

ou, avec R en kv : cm,

$$v = 26,1R \text{ cm : sec.}$$

Pour une valeur de R égale à 40 kv : cm, v atteint environ 10 m par seconde.

La perte par centimètre carré de surface de conducteur est égale à

$$w = v \frac{B^2}{8\pi} \text{ ergs par seconde}$$

ou

$$w = 1,153 \left(\frac{R}{100}\right)^3 \text{ watts.}$$

Cette formule, certainement incorrecte, donne cependant des résultats de l'ordre de grandeur de ceux observés.

Les expériences de Righi et autres ont montré encore qu'un point électrisé à un potentiel suffisant pour créer une décharge par convection était le centre d'un mouvement d'ions gazeux dont la vitesse atteint 1,5 cm pour un champ égal à 1 volt par centimètre, c'est-à-dire beaucoup plus grande que dans le cas précédent.

L'auteur a fait un certain nombre d'expériences à l'aide d'un dispositif qui lui permettait de faire varier la pression de l'air entre les conducteurs et aussi de faire varier à différentes pressions le degré d'humidité de l'air.

Ces expériences ont montré que la tension critique était la même pour un courant continu ou un courant alternatif, que la tension continue nécessaire pour une perte déterminée était égale à la tension *maxima* alternative donnant la même perte.

La perte aux deux électrodes est la même si le conducteur est propre; au contraire, si les conducteurs sont oxydés ou couverts de poussière, la perte est plus grande à l'électrode négative.

La tension critique est d'autant plus basse que le diamètre du conducteur est plus petit et que la pression est plus faible, la présence de la vapeur d'eau n'influe pas sur la perte si le conducteur est propre.

Pour le courant continu, la perte est produite surtout par la création d'ions gazeux à la surface du conducteur; pour le courant alternatif, une part des pertes est produite par le mouvement des couches d'air autour des conducteurs et une partie est due aux mêmes causes que pour le courant continu.

Les essais à courant continu ont été exécutés à l'aide d'une génératrice électrostatique permettant d'atteindre une tension de 70000 volts avec un débit de 0,15 ampère; cette machine, d'une construction toute particulière, n'a pu être décrite par l'auteur, car elle fait l'objet d'une demande de brevet; il a dit seulement que l'isolement était obtenu par l'air comprimé et que le fonctionnement lui avait donné toute satisfaction. E. B.

RÉSEAUX.

La mise à la terre du point neutre des réseaux à courant triphasé, dans les mines (1).

L'auteur étudie les avantages et les inconvénients qui résultent de la mise à la terre du point neutre des circuits triphasés, dans les installations du fond des mines, au point de vue de la protection de l'ouvrier contre les chocs électriques et les dangers d'explosion dans les galeries à atmosphère grisouteuse.

L'auteur conclut qu'il est impossible d'établir, à ce sujet, des règles générales applicables dans toutes les circonstances et qu'il est indispensable d'étudier chaque cas en particulier.

Cette mise à la terre sera avantageuse ou dangereuse, suivant la nature des machines fixes ou portatives alimentées par le réseau électrique, suivant les appareils automatiques intercalés dans les lignes de transport de force, suivant qu'il s'y trouve ou non des transformateurs d'éclairage, et suivant que le courant est fourni par une station centrale indépendante ou par les machines installées sur le carreau même de la mine.

Enfin, l'auteur fait remarquer combien les accidents dans les mines, du fait de l'emploi du courant électrique, sont rares et justifient peu la méfiance qu'on montre souvent à l'égard de ce mode de transport de l'énergie. Le nombre des accidents mortels imputables à l'électricité représenterait, en effet, à peine 1 pour 100 de la totalité des accidents mortels qui se produisent annuellement dans les mines et comprend d'ailleurs ceux qui sont dus à l'imprudence des mineurs et qu'il est absolument impossible d'éviter.

(1) WELLESLEY-WOOD, *Engineer*, 29 avril 1910.

Uniformisation des coupe-circuits fusibles (1).

Dans cette communication, l'auteur discute l'efficacité des coupe-circuits fusibles employés aujourd'hui pour la protection des lignes contre les surcharges exagérées, et insiste sur l'intérêt qu'il y a à adopter un type normal pour ces coupe-circuits.

L'auteur rend compte d'essais qu'il a faits pour montrer l'irrégularité des résultats obtenus avec les modèles actuels de coupe-circuits fonctionnant dans les conditions normales, et les dangers qui peuvent résulter de certains de leurs défauts. Il indique ensuite les règles générales qu'on devrait toujours observer pour l'installation des coupe-circuits restant constamment en service; il décrit un modèle de coupe-circuit fusible formant cartouche, qu'on ne peut jamais remplacer par un autre dimensionné pour une intensité supérieure, et un dispositif simple permettant de se rendre compte, à première vue, si le métal fusible du coupe-circuit est brûlé ou non.

L'auteur déduit des essais rapportés les règles qu'il recommande pour la construction des coupe-circuits, et leur calibrage selon la température maximum qu'ils doivent pouvoir atteindre dans leurs différentes parties.

(1) H.-W. KEFFORD, Communication faite à la Section de Birmingham de l'Institution of the Electrical Engineers (*Electrician*, t. LVI, 27 mai et 3 juin 1910, p. 267 et 312.)

3....

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

LAMINOIRS.

État actuel de la commande électrique des laminoirs.

Introduction. — La commande électrique des laminoirs est l'une des plus intéressantes conquêtes de l'électricité dans le domaine de la grande industrie métallurgique. On a publié ici-même les analyses de Communications présentées aux Sociétés techniques étrangères sur cette application relativement récente où l'électricité est sur le point de conquérir, comme en bien d'autres domaines, une suprématie absolue.

Le problème a en effet dépassé résolument la phase expérimentale. En Europe, les installations de laminoirs non réversibles se comptent par centaines et représentent à l'heure actuelle une puissance normale de 400000 chevaux et une puissance maximum de plus de 800000. Si l'on tient compte que la première application de ce genre ne remonte qu'à 1897 (¹), on jugera du progrès rapide accompli et du taux élevé, que nous estimons à 40 installations par année, avec lequel la commande électrique des laminoirs non réversibles s'est répandue dans la grande métallurgie européenne. Les États-Unis sont entrés, un peu tardivement il est vrai, dans la même voie.

Quant aux laminoirs réversibles à commande électrique qui, en raison des conditions mêmes de leur fonctionnement, demandent à être considérés à part, on compte jusqu'à ce jour en Europe, en service ou en construction, une quarantaine d'installations représentant une puissance normale d'environ 200000 chevaux et une puissance maximum de 500000.

Le premier train réversible commandé électriquement fut mis en service en juillet 1906 (²). On voit ici encore avec quelle rapidité s'étend la nouvelle application.

Les avantages de la commande électrique sur la commande à vapeur ont été trop souvent exposés pour qu'il soit nécessaire de les rappeler. Quant à la solution à adopter, si elle reste encore subordonnée aux conditions locales, on trouvera néanmoins dans les résultats d'exploitation des nombreuses installations effectuées jusqu'à ce jour d'utiles et précieux renseignements pour les projets d'installations nouvelles.

Nous nous proposons dans ce travail de rappeler certaines difficultés du problème, d'indiquer les diverses solutions adoptées et d'établir, par une statistique assez complète et par quelques descriptions d'installations françaises, jusqu'à quel point notre pays a suivi l'impulsion féconde venue du dehors.

Généralités. — On sait en quoi consiste le travail du laminage. La fonte sortant du haut fourneau est transformée par le traitement au four Siemens-Martin, au convertisseur Bessemer ou au four électrique, en lingots d'acier. Les laminoirs ont pour but de transformer ces lingots en profilés du commerce : poutrelles, fers cornières, fers, fers ronds, carrés, plats, tôles, etc., ou en produits plus spéciaux tels que plaques de blindages, tubes, bandages de roues, etc. (¹).

La diminution de section et l'allongement de la masse qui sont les caractéristiques du laminage s'obtiennent par le passage du lingot dans une série de cannelures ménagées sur deux ou trois cylindres animés d'un mouvement de rotation. L'opération entière s'effectue en plusieurs phases, c'est-à-dire par le passage successif dans plusieurs *trains* et dans plusieurs *cages*, suivant le procédé de fabrication, les dimensions des lingots, le profil à obtenir, etc. Les lingots sont généralement dégrossis dans une seule cage et convertis en barres prismatiques qui, après avoir été découpées en morceaux ou *blooms* d'un poids variant de 500 kg à 5000 kg, sont transformés en profilés par le passage dans d'autres trains. Le train *blooming* qui accomplit ce premier dégrossissage est généralement un train *duo réversible*, c'est-à-dire constitué par deux cylindres dont le sens de rotation est changé après chaque passage de la pièce à dégrossir.

Pour le dégrossissage des lingots plus légers on emploie quelquefois des trains à un seul sens de rotation, généralement du type *trio*, autrement dit à trois cylindres, la pièce passant alternativement entre les deux cylindres inférieurs dans un sens et revenant en sens inverse entre les deux cylindres supérieurs sans que la machine motrice ait à changer son sens de marche. L'inconvénient principal du train trio est qu'il nécessite le levage des pièces dont le mouvement ne s'accomplit pas, comme dans le duo, dans un même plan horizontal. Cet inconvénient devient même prohibitif dans le cas de lourdes poutrelles,

(¹) Le premier train non réversible, commandé électriquement, a été installé par la Société A. E. G. pour la fabrication de ses fils de cuivre. Ce train comprenait : 1° un dégrossisseur à quatre cages faisant 108 t : m et actionné à l'aide de câbles par un moteur à courant alternatif de 200 chevaux, sous 500 volts, 380 t : m; l'arbre de ce moteur portait une poulie-volant de 5 m de diamètre; 2° un finisseur à sept cages accouplé directement à un moteur de 400 chevaux faisant 420 t : m. Débit : 27 tonnes de fil de cuivre de 7 mm, par poste de 11 heures, en partant de billettes pesant 60 kg (d'après *Mémoires et Comptes rendus de la Société des Ingénieurs civils de France*, janvier 1903).

(²) Ce train comprenant quatre cages de 750 mm fut installé par la Société A. E. G. aux forges de Hildegard, à Trzymetz (Silésie autrichienne), appartenant à l'Osterreichische Berg und Hutten Werks-Gesellschaft. Il transforme des lingots de 380 mm × 380 mm en lourds profilés : rails depuis 35 kg au mètre, poutrelles depuis 45 cm de hauteur et billettes depuis 50 mm × 50 mm. Sa production horaire est de 20 tonnes. Le moteur du train développe une puissance maximum de 10350 chevaux.

(¹) Nous ne considérons ici que le laminage de l'acier. Le cuivre, le nickel et le laiton se laminent également en barres, fils, tôles ou tubes et les laminoirs employés sont en général les mêmes; toutefois, l'opération s'effectue à froid. Quant au plomb et au zinc ils ne se laminent généralement qu'en feuilles.

de plaques de blindages ou de grosses tôles; pour le laminage de ces pièces on emploie généralement des *duos réversibles* semblables aux bloomings ([1]).

Les efforts à exercer pour laminer une pièce sont de même nature, qu'il s'agisse d'un train réversible ou d'un train continu : dans les deux cas ces efforts présentent d'énormes variations, de brusques à-coups, et dépendent à chaque *passe* de la variation de section du lingot, de sa température et de sa composition chimique; dans les deux cas, les puissances mises en jeu sont considérables, atteignant 4000 à 5000 chevaux pour certains laminoirs non réversibles et allant jusqu'à 15000 chevaux pour des réversibles ([2]); au surplus on ne sera pas surpris d'apprendre que, jusqu'à ce jour, la plus puissante machine à vapeur du monde actionne un laminoir ([1]). Mais malgré cette similitude des conditions générales imposées par le travail de laminage, le service d'un train réversible diffère très sensiblement de celui d'un train continu. La marche alternative, dans un sens et dans l'autre à grande vitesse et avec une fréquence qui atteint couramment le chiffre de dix renversements par minute, entraîne la nécessité d'une accélération et d'un ralentissement très rapides, opérations d'autant plus délicates à effectuer que les masses en mouvement pour les puissances dont il s'agit sont toujours considérables. La figure 1 donne un exemple des fluctuations de puissance présentées dans le laminage en 15 passes d'un bloom d'acier doux de 2500 kg pour un allongement de 17,9 fois ([3]).

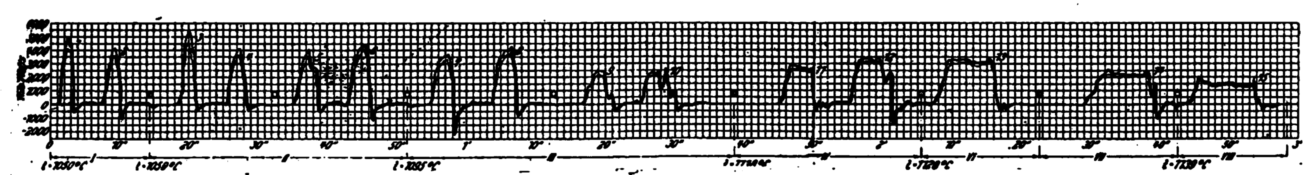


Fig. 1. — Puissance absorbée pour le laminage par un train réversible d'un bloom de 2500 kg; allongement : 17,9 fois.
Composition : C = 0,32 pour 100, Mn = 0,954 pour 100.
Résistance : 48 kg : mm².
━━ Puissance absorbée par le moteur du train.
—— Puissance totale.
o Moments où le bloom est retourné.

On voit que l'allure de chaque diagramme partiel n'est pas la même pour toutes les passes et qu'il est nécessaire d'être à chaque instant rigoureusement maître de la vitesse. De telles conditions compliquent beaucoup le problème et, en vérité, ce n'est qu'en 1903 que les constructeurs électriciens entrevirent la possibilité de le résoudre économiquement par l'emploi de combinaisons analogues à celles qu'on utilisait avec succès depuis quelques années pour la commande des machines d'extraction. La première installation de laminoir réversible à commande électrique ne fut réalisée que 3 ans plus tard.

Les quelques considérations qui précèdent justifient donc la division de notre travail en deux parties bien distinctes : laminoirs non réversibles et laminoirs réversibles.

I. Trains de laminoirs non réversibles. — Le Tableau I fournit la liste à peu près complète des installations françaises en service jusqu'à ce jour. Ces installations, au nombre d'une quarantaine, représentent une puissance normale de 35000 chevaux et une puissance maximum de 65000 ([2]). On voit que notre pays est entré, sans trop de timidité, dans la voie des nouvelles méthodes de travail.

Avant de décrire quelques installations françaises,

([1]) C'est ainsi que, parmi les 12 trains réversibles à commande électrique installés ou mis en construction jusqu'en décembre 1909 par la Société Siemens-Schuckert, nous ne comptons que 8 bloomings. Les autres trains sont destinés au laminage de tôles, poutrelles ou rails. Ajoutons que les moteurs qui commandent les bloomings ci-dessus entraînent également dans certains cas des trains à profilés ou à rails. La même remarque peut s'appliquer aux huit trains réversibles installés à la même époque par l'Allgemeinen Elektrizitäts Gesellschaft (A. E. G.); ces trains ne comprennent que 3 ou 4 bloomings proprement dits.

([2]) Voici, à titre documentaire, quelques renseignements sur le *train réversible de 15000 chevaux* en service depuis octobre 1907, à la Rombacher-Huttenwerke, à Rombach (Lorraine); ce train transforme des lingots de 215 × 185 pesant 2850 kg en billettes depuis 50 mm × 50 mm; nombre de passes : 13 environ. *Production horaire* (résultats d'exploitation); 61 tonnes de billettes de 50 mm × 50 mm avec allongement de 11,5 fois; 76 tonnes de billettes de 60 × 60 avec allongement 9,86 fois; 95 tonnes de billettes de 82 × 82 avec allongement de 5,3 fois. Diamètre des cylindres du laminoir : 800 mm. Accouplement direct au moteur. *Moteur du laminoir* : deux induits montés en série sous 750 volts; vitesse sous pleine excitation : ± 120 t : m; vitesse sous excitation partielle : ± 160 t : m; puissance maximum : 15000 chevaux. *Groupe compensateur à volant* (Ilgner) comprenant deux génératrices de démarrage en série, quatre volants de 25 tonnes; le tout entraîné par un moteur triphasé d'une puissance normale de 2800 chevaux tournant à la vitesse maximum de 300 t : m. Courant d'alimentation : 550 volts, 50 périodes, produit par une centrale à moteurs à gaz et à turbines à vapeur située à 300 m du groupe compensateur.

L'installation a été faite par la Société A. E. G.

([3]) Le diagramme que nous reproduisons a été obtenu pendant la marche du train blooming réversible de 1100 mm installé par les Siemens Schuckertwerke à la Rheinischen Stahlwerke. Ce train est en service depuis le mois de septembre 1908 (voir *Stahl und Eisen*, n° 23, 1909).

([1]) Cette machine a été installée en 1908 aux États-Unis pour la commande d'un laminoir réversible. Sa puissance est de 25000 chevaux. C'est une machine horizontale tandem compound de la Allis Chalmers Company. Elle pèse, sans volant ni plaques de fondations, 550 tonnes (d'après *Iron Age*, 1908).

([2]) Il est intéressant de remarquer que le département de Meurthe-et-Moselle comprend à lui seul les $\frac{2}{3}$ de cette puissance totale.

TABLEAU I. — *Liste d'installations françaises de Laminoirs*

INSTALLATION.	NATURE DES LAMINOIRS.	Puissance chx.
Société anonyme des Aciéries de Micheville	Train trio de 450 à fers marchands	850-1500
— — —	Double duo à fers marchands	700-1200
— — —	Train à fils { 2 trios dégrossisseurs de 450	850-1500
	2 trios de 330	800-1200
	1 train à 4 cages de 250	850-1200
	1 train finisseur	700-1200
Cie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, à Homécourt	Train trio de 685 à fers marchands	1500-3000
— — — —	Train universel à plats	2000-4000
— — — à Assailly	— —	260-520
— — — —	— —	450-900
Société des Aciéries de Longwy	Laminoir à rails	1500
— —	Train cadet	1500-3000
— —	Laminoir à petits fers marchands	1000-2000
— —	— —	1600-3200
— —	Train à fils { 1 train dégrossisseur	800-1600
	1 train finisseur	1200-2400
— —	Train dégrossisseur	1000 norm.
Les petits-fils de F. de Wendel, à Jœuf	Train à fils { 1 train dégrossisseur	1000
	1 train finisseur	2000
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Pompey	Train marchand	1500-3000
— — —	Petit train	600-1200
MM. Gouvy et Cie, à Dieulouard	—	200-400
— —	—	330-660
Société électrométallurgique des procédés Paul Girod, à Ugines	Train trio à petits fers marchands	800-1500
Aciéries et Forges de Firminy	Train trio	800
Société anonyme des Laminoirs de Maubeuge	—	260-350
Schneider et Cie, au Creusot	Train à tôles	900
Société métallurgique de l'Ariège, à Pamiers	Train à rails	500
— — —	—	1000
Société électrométallurgique de Dives	Train à fil de cuivre	400
— —	Train à cuivre	150-300
Aciéries d'Imphy	Train trio	350
—	—	350
Société anonyme des Forges de Recquignies	—	400
— — —	—	300
Société métallurgique de la Basse-Loire, à Trignac	Laminoir à rails { moyen mill	700
	petit mill	500
Société des Tôleries de Louvroil	Train à tôles	300-600
— —	—	600-1200
MM. Verpilleux frères, à Lorette (Loire)	—	200
Société anonyme des Forges d'Entre-deux-Bois, à Hautmont	—	400
— — —	—	200
Société des Aciéries de France, à Isbergues	Train trio double	900-1600
— — —	— —	650-1150

nous voudrions indiquer les principales difficultés que présentait la question et les diverses solutions employées.

Dans les laminoirs non réversibles, l'adjonction directe d'un volant était tout indiquée pour égaliser la charge et atténuer ainsi les à-coups sur le moteur et sur le réseau. L'allure que présente la puissance nécessitée pour le laminage est représentée par la courbe de la figure 2. La ligne OO' correspond à la puissance moyenne. Le rôle du volant consistera à emmagasiner pendant la période de faible charge $t_2\, t_3$ l'énergie représentée par la surface ABCD et à restituer cette énergie au laminoir au moment de la forte charge $t_3\, t_4$ (surface DEFG). Or, on sait qu'un volant animé d'une certaine vitesse ne peut emmagasiner ou céder de l'énergie que si cette vitesse subit une variation. L'énergie totale d'un volant est



non réversibles à commande électrique (Juin 1910).

MOTEUR.		MODE DE TRANSMISSION.	CONSTRUCTEURS DE LA PARTIE ÉLECTRIQUE.
Vitesse t : m.	Nature du courant.		
150-190	continu, 500 volts.	Accouplement direct (finisseur). Courroie (dégrossisseur).	Société alsacienne de Constructions mécaniques. — —
225-275	—	—	— —
100-125	—	Accouplement direct.	— —
225-290	—	Courroie.	— —
325-400	—	—	— —
450-550	—	Accouplement direct.	— —
80-120	triphasé, 500 volts.	—	— —
70-95	—	—	— —
190	continu, 240 volts.	Courroie.	Compagnie générale d'Électricité de Creil.
225-450	—	Accouplement direct.	— —
60-100	continu, 450 volts.	—	Société alsacienne de Constructions mécaniques.
150-92	—	—	— —
215-290	—	—	— —
320-400	—	—	— —
200-275	—	—	— —
400-550	—	—	— —
200	—	—	Société A. E. G.
250	continu, 500 volts.	—	Société alsacienne de Constructions mécaniques.
500	—	—	— —
120-90	triphasé, 3000 volts.	—	Société A. E. G.
375-260	—	—	—
230-310	continu, 250 volts.	Courroie.	Compagnie générale d'Électricité de Creil.
200-290	—	Accouplement direct.	— —
175-225	triphasé, 2350 volts.	Accouplement direct (finisseur). Courroie (dégrossisseur).	Société alsacienne de Constructions mécaniques. — —
120-150	continu, 220 volts.	Accouplement direct.	— —
260-350	—	—	Ateliers de Constr. élect. du Nord et de l'Est (Jeumont).
148-172	continu, 440 volts.	26 câbles en chanvre de 50 mm.	Schneider et Cie.
300-375	triphasé, 350 volts.	Courroie.	—
230-300	triphasé, 10000 volts.	Accouplement direct (finisseur). Courroie (dégrossisseur).	Société alsacienne de Constructions mécaniques. — —
300-350	continu.	Accouplement direct.	— —
330	continu, 125 volts.	—	Société A. E. G.
240-300	continu, 240 volts.	—	Société alsacienne de Constructions mécaniques.
110-140	—	—	— —
580	triphasé, 190 volts.	Courroie.	Ateliers de Constr. électr. du Nord et de l'Est (Jeumont).
580	—	—	— — —
240-320	continu, 440 volts.	Câbles.	Société alsacienne de Constructions mécaniques.
360-500	—	—	— —
»	triphasé, 500 volts.	Courroie.	Compagnie générale électrique (Nancy).
»	—	—	— —
425-575	continu, 240 volts.	—	Schneider et Cie.
400-380	triphasé, 190 volts.	—	Ateliers de Constr. électr. du Nord et de l'Est (Jeumont).
250-240	—	—	— — —
255-450	continu, 500 volts.	—	Société alsacienne de Constructions mécaniques.
250-450	—	—	— —

égale en kilogrammètres à $\frac{1}{2} MV^2$ où M désigne la masse en $\frac{kg}{9,81}$ et V la vitesse périphérique en mètres par seconde d'un point situé à l'extrémité du rayon de giration. Si ce volant passe de la vitesse V à une vitesse inférieure V', l'énergie cédée est égale à $\frac{1}{2} M(V^2 - V'^2)$. On conçoit aisément que, pour obtenir l'uniformisation de la puissance du moteur, cette chute de vitesse devra se produire à l'instant précis où le laminoir doit fournir son plus grand travail. La condition idéale pour un volant se trouve donc réalisée lorsque la plus forte charge sur le laminoir s'accompagne d'une réduction simultanée de la vitesse du moteur de la limite maximum à la limite minimum, cette période étant suivie d'une période de faible charge durant laquelle le moteur reprend sa vitesse normale et permet ainsi au volant d'emmagasiner à nouveau de l'énergie.



En pratique ce mode d'action idéal du volant n'est pas facile à réaliser : pour s'en rapprocher le plus possible il est nécessaire, d'une part, de connaître exactement le cycle des opérations de laminage, et, d'autre part, d'avoir

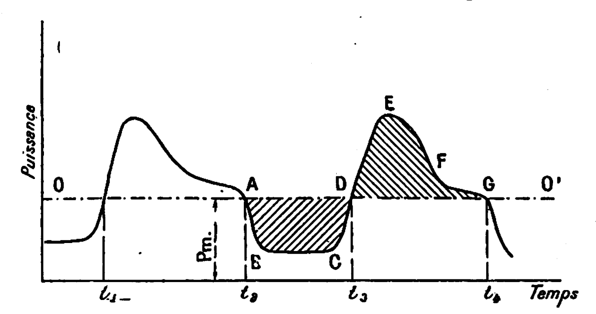


Fig. 2. — Diagramme de la variation de puissance nécessitée pour le laminage.

un dispositif suivant de très près les fluctuations de la charge et produisant automatiquement la chute de vitesse au moment des pointes. En règle générale, on peut dire qu'avec un volant approprié les fluctuations de charge sont réduites pratiquement de moitié. La figure 3 fait ressortir cette influence favorable du volant sur la charge du moteur et par suite sur la consommation d'énergie du réseau d'alimentation [1]. Le diagramme I représente la consommation d'énergie du moteur d'un train quand le volant agit de façon insuffisante. Le diagramme II a été relevé sur le même train et pour le même travail, mais avec meilleure utilisation de l'effet de volant. Il s'agissait dans les deux cas d'un train à tôles commandé par un moteur triphasé. Dans l'essai I la vitesse était à peu près constante, tandis que dans l'essai II la vitesse diminuait avec la charge.

L'emploi d'un volant pour niveler la puissance demandée au moteur n'est pas généralement possible si le temps nécessité par le laminage d'une passe excède 30 secondes et, dans ce dernier cas, l'adjonction d'un lourd volant présenterait de très sérieuses objections : le moteur aurait en effet, à partir de certain point de la passe, à entraîner le volant, l'énergie ainsi dépensée venant s'ajouter à celle déjà nécessitée par le laminage; le volant irait donc à l'encontre du but poursuivi et augmenterait, par son inertie mal utilisée, les fluctuations de la charge. C'est le cas qui se présente dans le laminage de longues barres, rails, etc.; un volant relativement léger, égalisant seulement les petites pointes de charge,

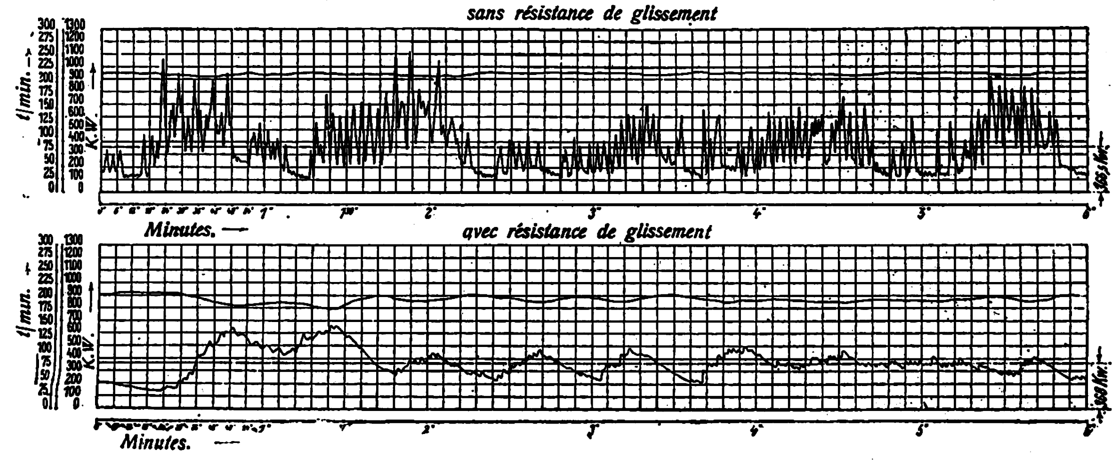


Fig. 3. — Diagramme montrant l'influence du volant sur la marche du moteur et la consommation d'énergie dans les laminoirs électriques.

est alors préférable, le moteur étant calculé pour satisfaire aux pointes principales sans renfort extérieur. Ajoutons toutefois que dans pareil cas la station génératrice doit supporter les à-coups du laminoir. La seule solution qui se présente si l'on tient à réaliser l'uniformisation de puissance à la station consiste à employer un système d'égalisation agissant directement sur le réseau. La description de ces dispositifs, qui sont assez nombreux et qui comportent généralement l'emploi d'un volant, sortirait du cadre de notre travail.

Dans le cas plus général où le cycle des opérations permet d'employer un lourd volant pour soulager le moteur et l'aider à satisfaire aux fortes charges, il est nécessaire, comme nous l'avons déjà dit, d'obtenir le *ralentissement* automatique du moteur au moment des pointes, quelque rapprochées ou soutenues que soient ces dernières, de façon à permettre au volant de prendre sa part de la charge. Ce ralentissement ou *glissement* peut s'obtenir, dans le cas de moteur à courant continu comme dans le cas de moteur triphasé, soit par *régulation permanente*, soit par *régulation automatique* [2]. Nous allons examiner, dans chaque cas, les divers systèmes employés.

1° *Moteurs à courant continu.* — La régulation per-

---

[1] D'après la Compagnie générale d'électricité de Creil, concessionnaire pour la France des procédés de la Société Siemens-Schuckert.

[2] Nous empruntons cette distinction à M. Ablett (*Journal of the I. E. E.*, t. XLIII, septembre 1909).

manente du glissement est obtenue en munissant ces moteurs d'une excitation compound, l'enroulement série travaillant dans le même sens que l'enroulement shunt. On sait qu'un tel moteur permet de réaliser dans une certaine mesure la chute de vitesse avec la charge : l'amplitude de cette chute de vitesse est réglée en shuntant plus ou moins les spires série.

Cette solution présente un inconvénient : la variation de vitesse entre la marche à vide et la marche à pleine charge n'est pas très grande et ne permet de réaliser qu'une égalisation imparfaite de la charge. On sait que l'excitation série du moteur a pour effet de faire décroître la vitesse, mais que cette vitesse tend vers une limite, en dessous de laquelle elle ne peut tomber, et correspondant à la saturation du circuit magnétique. Pour obtenir un glissement suffisant, il faut qu'à vide le moteur travaille en deçà du coude de la caractéristique, tandis qu'en charge son circuit magnétique est saturé. Or, l'augmentation d'excitation due à l'enroulement compound étant proportionnelle à l'augmentation de la charge, il en résulte qu'aux faibles charges la variation de vitesse avec la charge est très marquée, tandis qu'elle est peu sensible aux fortes charges; le volant fournit donc une partie importante de sa force vive aux faibles charges et travaille relativement très peu au moment des pointes qui sont supportées presque entièrement par le moteur. De plus, pour atteindre le glissement maximum, il faut que le moteur soit au maximum de la charge.

On a tenté de surmonter la difficulté par l'emploi d'une excitation compound spéciale. La Compagnie internationale d'Électricité de Liège a fait breveter un dispositif de ce genre qui consiste à connecter aux extrémités de l'enroulement série une petite dynamo A dite *égalisateur de puissance*, montée en bout de l'arbre du moteur de laminoir B. Cette machine est munie d'une excitation différentielle (*fig.* 4). L'une S_2 est

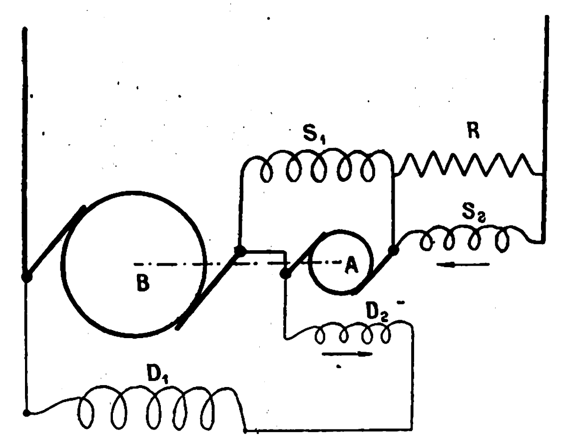


Fig. 4. — Schéma d'un dispositif de réglage d'un moteur électrique de laminoir B par une dynamo A appelée *égalisateur de puissance*.

alimentée par une résistance ohmique traversée par le courant du moteur, l'autre D_2 est indépendante.

La résistance ohmique R est réglée de façon telle que, pour la marche à vide du train, tout le courant du moteur soit soutiré par l'égalisateur de manière que l'enroulement série S_1 soit inactif. Lorsque la puissance croît, l'excitation augmente non pas proportionnellement au courant, mais plus rapidement, ainsi qu'il en résulte des chiffres ci-dessous relevés pendant un essai :

Induit.	Enroulement série.
100 ampères	— 720 ampères
200 »	— 480 »
400 »	— 0 »
600 »	+ 480 »
1200 »	+1820 »

L'intensité de 400 ampères correspond à la marche à vide du train de laminoir.

La courbe de vitesse descend plus rapidement et la valeur limite est atteinte pour une puissance OB inférieure à la puissance OA qu'il faudrait réaliser si l'excitation était simplement série (*fig.* 5).

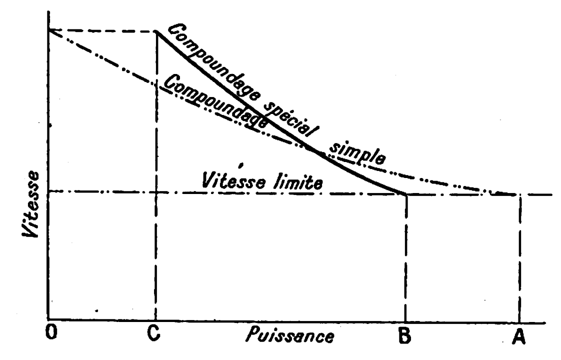


Fig. 5. — Diagrammes composés des vitesses obtenues par compoundage simple ou compoundage spécial.

Nous ignorons jusqu'à quel point ce dispositif a donné de bons résultats en pratique. Dans les essais effectués à la Société de la Providence, à Marchienne-au-Pont, le glissement a pu être porté de 8,7 pour 100 à 34 pour 100 [1].

Dans les deux cas que nous venons d'examiner, excitation compound simple ou excitation compound avec égalisateur, la régulation du glissement est *permanente*, c'est-à-dire liée aux caractéristiques mêmes du moteur : la variation de vitesse dépend *à chaque instant* de la valeur du courant et celle-ci doit s'écarter assez considérablement de la valeur moyenne pour que la variation de vitesse obtenue soit suffisante.

Le principe de la régulation *automatique* est tout autre; ici le courant conserve pratiquement une valeur constante correspondant à la puissance moyenne à fournir, et cependant le glissement peut être considérable. Cela tient à ce que le système régulateur est en une sorte d'état d'équilibre qu'une très faible variation du courant suffit à rompre. Ce système régulateur, dans le cas de moteur à courant continu, comprendra des relais influencés par le courant d'induit et chargés, par un mécanisme approprié, d'altérer la résistance de l'enroulement shunt.

---

[1] *Bulletin* n° 32 de la Compagnie internationale d'Électricité.

Un dispositif assez ingénieux, mais de nature un peu différente, est employé depuis deux ans par la Société alsacienne de Constructions mécaniques de Belfort [1]. Les inconvénients inhérents au moteur compound, faible variation de vitesse en charge, difficulté de réglage de l'amplitude de glissement, complication des bobines inductrices, ont conduit cette Société à employer pour la commande des laminoirs des moteurs à excitation shunt munis d'un dispositif spécial.

Ce dispositif consiste à intercaler dans le circuit excitation shunt du moteur un *dévolteur* d'autant plus actif que la charge du moteur est plus réduite. Le schéma de l'installation est représenté figure 6. A est le moteur

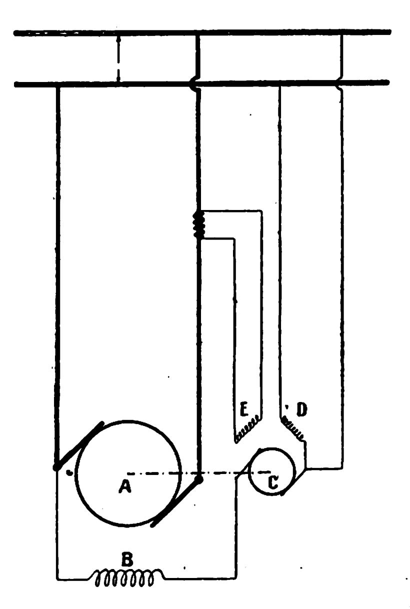


Fig. 6. — Schéma d'un dispositif de réglage automatique d'un moteur électrique de laminoir A par un dévolteur C à double excitation E et D.

à volant du laminoir. L'induit C de la dynamo dévoltrice est monté en série avec l'enroulement d'excitation shunt B du moteur. Cet induit peut être entraîné par le moteur principal lui-même ou par un moteur spécial. Les inducteurs du dévolteur portent deux enroulements d'excitation : l'un D est alimenté par le réseau ou par une source indépendante; l'autre E est parcouru par un courant égal ou proportionnel au courant traversant l'induit du moteur A. Ces deux enroulements sont montés en opposition ; l'enroulement D tend à engendrer dans l'induit C une force électromotrice opposée à la tension *e* du réseau.

On règle les enroulements D et E de manière que, lorsque le moteur A tourne à vide, le dévolteur, dont la force électromotrice est alors maximum, travaille sur la partie saturée de la caractéristique. Si la charge du moteur augmente, les ampères-tours de l'enroulement E augmentent proportionnellement et la tension aux bornes du dévolteur, opposée à la tension du réseau, décroît, d'abord lentement, tant que le circuit magnétique du dévolteur reste saturé, puis rapidement lorsqu'on arrive au coude de la caractéristique de cette machine. La tension et par suite le courant d'excitation du moteur principal sont donc minima à vide et augmentent d'abord lentement, puis rapidement pour les fortes charges. La vitesse varie en raison inverse, et il est clair qu'on peut arriver, par un choix approprié de la position, sur la caractéristique du dévolteur, du point de travail correspondant à la marche à vide du moteur, et par le réglage au moyen d'un rhéostat, de l'action de l'enroulement E, à combattre assez longtemps les effets de la saturation dans le circuit magnétique du circuit principal A, pour que la plus grande partie de l'énergie emmagasinée dans le volant reste disponible aux fortes charges.

On règle l'amplitude du glissement en shuntant plus ou moins l'enroulement série du dévolteur; pour que la self de l'enroulement inducteur du dévolteur ne trouble pas la répartition du courant entre cet enroulement et le shunt, au moment des à-coups brusques, il suffit de construire en tôles le circuit magnétique tout entier du dévolteur, ce qui est facile et peu coûteux à réaliser dans des machines de puissance aussi réduite que le dévolteur.

Ce dispositif, breveté, est en fonctionnement dans une dizaine d'installations françaises parmi lesquelles nous citerons les laminoirs électriques de la Société des Forges et Aciéries de Longwy à Mont-Saint-Martin (Meurthe-et-Moselle) : trains à petits fers marchands, train à rails et train cadet (*voir* Tableau I). Sans réaliser la régulation automatique du glissement telle que nous l'avons définie plus haut, il permet toutefois d'obtenir une assez grande variation de vitesse pour une assez faible variation de courant aux fortes charges. Et c'est là l'une des premières conditions d'un bon régulateur de glissement.

2° *Moteurs à courant triphasé.* — La régulation permanente du glissement, dans le cas de moteur triphasé, consiste à introduire une résistance constante dans le circuit du rotor. Il serait aisé d'établir que cette solution est loin de réaliser une égalisation parfaite de la charge et que le rendement et le facteur de puissance du moteur sont mauvais [1]. Comme dans le cas de moteur à courant continu compound, la variation de vitesse n'est obtenue que grâce à une variation considérable du courant. On a donc cherché à réaliser une régulation automatique, n'agissant qu'au moment même où la charge s'accroît, et telle qu'une faible variation du courant, en plus ou en moins de la valeur correspondant à la puissance moyenne, suffise pour mettre en mouvement le système régulateur chargé de mettre en circuit ou hors circuit la résistance intercalée dans le secondaire. La difficulté consistait à disposer d'un appareil assez sensible pour suivre les moindres à-coups. Le régulateur Routin, décrit ici-même [2], semble présenter les qualités requises. La Société alsacienne l'a

(1) Brevet n° 389 067, publié le 31 avril 1908.

(1) *Revue électrique*, 28 février 1910, n° 148.
(2) *Revue électrique*, 15 mars 1910, n° 149.



appliqué avec succès dans plusieurs installations [1].

Mais que la résistance intercalée dans le circuit du rotor soit permanente ou que son insertion s'opère par le jeu d'un régulateur spécial, le même inconvénient subsiste : pour que l'effet de volant soit pleinement utilisé, il est généralement nécessaire de réaliser un glissement de 10 pour 100 environ; or une telle chute de vitesse ne peut s'obtenir dans les moteurs à courant triphasé sans une perte sérieuse d'énergie puisque le rendement d'un tel moteur décroît à peu près dans le même rapport que la vitesse. Divers constructeurs (Société alsacienne, etc.) ont mis à l'étude un procédé permettant un réglage étendu de vitesse sans chute de rendement aussi bien que la compensation du cosinus φ. A notre connaissance aucune solution simple de ce problème n'a encore vu le jour ou du moins n'a été sanctionnée par la pratique.

Nous noterons cependant, malgré son apparente complication, l'emploi possible dans la commande des laminoirs, du dispositif que la Maison Brown-Boveri se dispose à appliquer pour l'égalisation de la charge du réseau de traction devant servir à l'équipement électrique du tunnel du mont Cenis. Ce dispositif consiste à monter en cascade, avec le moteur triphasé à bagues principal, un petit moteur triphasé à collecteur dont le rôle est de faire tomber la vitesse du moteur asynchrone principal tout comme le ferait une résistance de glissement, mais avec cette différence qu'il n'y a pas de perte d'énergie. Le facteur de puissance est égal à l'unité et le réglage de la chute de vitesse s'obtient dans de larges limites.

Si l'on voulait comparer le moteur à courant continu au moteur triphasé à bagues, sous le rapport de la régulation du glissement et en s'en tenant aux dispositifs actuellement en service, on voit que l'avantage semblerait revenir au moteur à courant continu dont le rendement peut être maintenu à peu près constant entre de grandes limites de vitesse. Par contre, le moteur triphasé possède des avantages de robustesse, de sécurité, qui compensent largement dans certains cas la perte rhéostatique, et il est certain que lorsque cette dernière pourra être évitée par un dispositif assez simple, il constituera le type le plus parfait de moteur. Mais jusqu'à présent ce sont des considérations d'ordre différent qui ont déterminé les choix du moteur. Ce choix est en effet uniquement fixé par la source de courant disponible, et la prédominance des installations à courant continu dans la liste que nous donnons (Tableau I) s'explique par le seul fait que la plupart des centrales d'usines métallurgiques françaises produisent du courant continu.

D'autres considérations s'imposeraient pour traiter dans toutes ses parties la question de la commande électrique des trains de laminoirs non réversibles. Nous résumerons les principales.

Le réglage de la vitesse du train, suivant les besoins de la fabrication, est généralement nécessaire. Dans les moteurs à courant continu, ce réglage est obtenu sans chute appréciable de rendement et dans des limites assez larges par l'altération de l'excitation shunt; l'emploi presque généralisé des pôles auxiliaires permet d'obtenir une commutation parfaite à toutes les vitesses. Par contre, le moteur triphasé à bagues présente l'inconvénient signalé plus haut : son rendement aux vitesses réduites devient mauvais. On a cherché à supprimer cet inconvénient par des dispositifs qui sont malheureusement un peu compliqués; par une combinaison convenable du nombre de pôles ou par le groupement de moteurs en cascade, on est parvenu à réaliser deux ou plusieurs vitesses économiques [1]. Nous ne connaissons pas, dans notre pays, d'installation de ce genre appliquée aux laminoirs.

Le mode de transmission d'énergie du moteur aux cylindres du train est un point qui exige une grande attention. Ainsi qu'il ressort du Tableau I, dans la plupart des installations françaises le moteur attaque directement le train. L'emploi d'engrenages ou la commande par câbles, assez répandus en Angleterre, sont très rarement employés. Mais ici encore les conditions locales jouent le plus grand rôle. La vitesse trop faible du train imposera parfois, en raison des frais de premier établissement qu'entraîne la construction d'un bon moteur à faible vitesse, l'emploi d'une transmission réductrice. En règle générale, l'attaque directe avec manchon d'accouplement élastique, type Zodel ou autre, monté entre le moteur et le train, est préférable et sera employée toutes les fois que les conditions locales ou la vitesse du train le permettront. Ce mode de commande réalise en effet le maximum de rendement; par l'emploi d'un bon manchon élastique, on évitera aisément les chocs sur le moteur.

Il est également important, dans le cas d'attaque directe ou par engrenages, de porter un soin spécial à la construction des paliers qui doivent être d'un modèle plus massif que les paliers de moteurs ordinaires et parfaitement lubrifiés.

La constitution du moteur lui-même sera particulièrement robuste : l'arbre sera renforcé, les enroulements maintenus de façon rigide. Dans le cas de moteurs d'induction à bagues, ces dernières devront avoir une section largement calculée.

Pour le démarrage des grands moteurs de laminoirs, il est désirable à tous points de vue d'avoir un rhéostat liquide [2]. Ces rhéostats donnent un démarrage extrêmement doux et n'exigent qu'une attention insignifiante : il suffit, de temps en temps, d'ajouter un peu d'eau au

(1) Voir *Train trio de la Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul Girod* (*La Revue électrique*, 15 mars 1910, n° 149).

(1) Notons aussi l'emploi plus récent des moteurs triphasés à collecteur dont la construction a fait d'assez grands progrès. On sait que le réglage de la vitesse s'obtient dans ces moteurs sans chute sensible de rendement par le simple décalage des balais. L'application de ces moteurs à la commande des pompes, métiers à filer, ventilateurs, etc., est déjà réalisée pour les faibles puissances; nous sommes informés que la Société des Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est a fourni jusqu'ici une cinquantaine de ces moteurs avec vitesse variable de 1 à 2, ou même de 1 à 3. L'un de ces moteurs atteint la puissance de 300 chevaux.

(2) Du moins dans le cas de moteur à courant triphasé. L'emploi de rhéostat liquide avec courant continu peut présenter quelques dangers en raison de la production d'hydrogène et d'oxygène résultant de phénomènes d'électrolyse.



liquide. Pour obtenir les meilleurs résultats, il est bon de maintenir la température du liquide formant résistance entre 60° C. et 80° C. A cet effet les grands rhéostats de ce type sont généralement munis de dispositifs de refroidissement, la consommation d'eau s'élevant à 15 litres environ par cheval-heure dissipé [1].

Enfin, dans toute installation bien comprise, les appareils de sûreté et les instruments de mesure doivent être installés assez nombreux pour permettre de tirer entièrement profit de ces deux avantages de la commande électrique : sûreté de fonctionnement et précision du travail. Les instruments de mesure comprendront autant que possible un ampèremètre ou wattmètre enregistreur indiquant les fluctuations momentanées de la charge sur le moteur, et un wattmètre intégrateur totalisant l'énergie dépensée durant certaine période. Un disjoncteur muni de relais à surcharge et à tension nulle sera monté dans le circuit principal du moteur. Le relais à tension nulle est très utile, car, en disposant des interrupteurs de secours à chaque cage du train ou en divers autres points, on peut, par la manœuvre de l'un de ces interrupteurs, faire fonctionner le disjoncteur grâce au relais, et couper ainsi immédiatement l'alimentation du moteur.

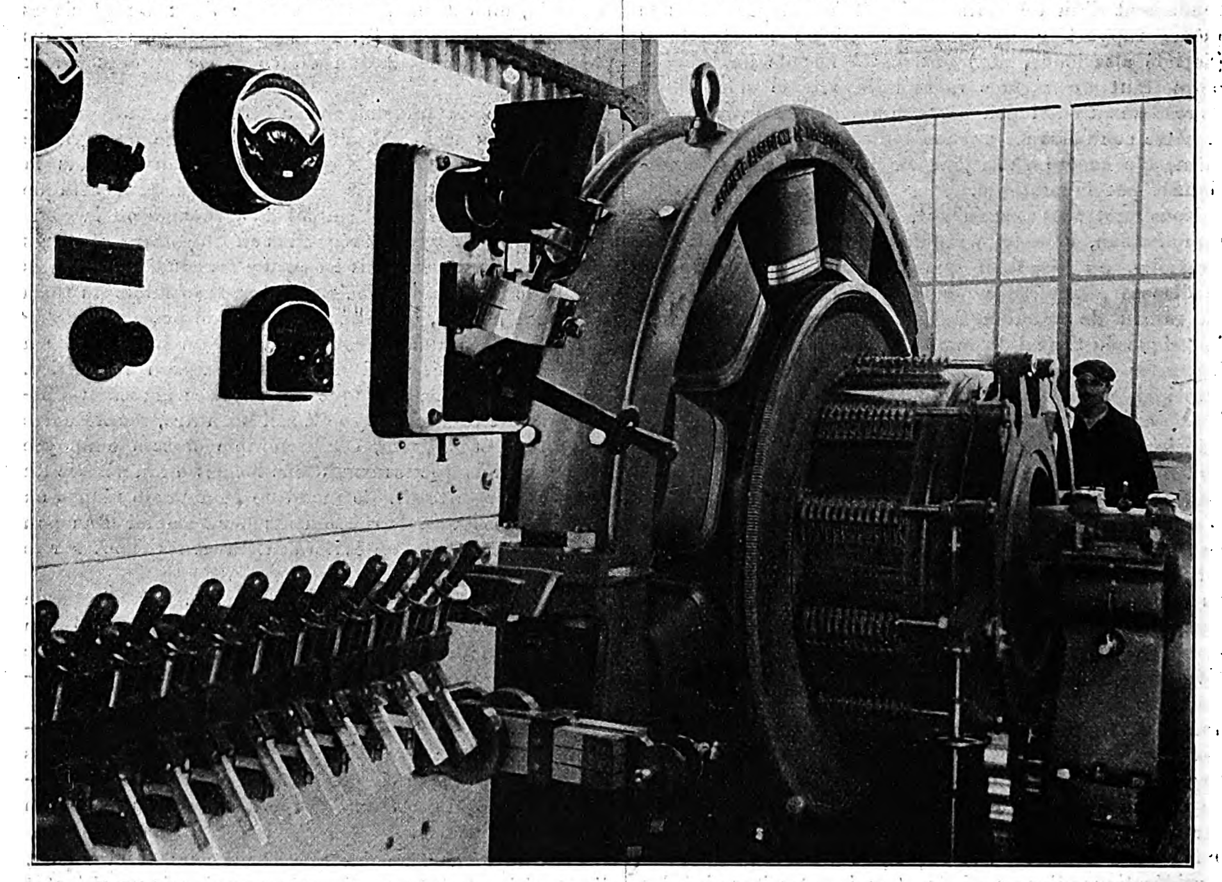


Fig. 7. — Moteur à courant continu et excitation compound de 850 chevaux commandant un train trio des Aciéries de Micheville.

Nous décrirons maintenant, comme installation de trains de laminoirs non réversibles, celle des Nouveaux Laminoirs des Aciéries de Micheville, près Villerupt (Meurthe-et-Moselle). Cette installation est l'une des premières réalisées dans notre pays.

Laminoirs a commande électrique des Aciéries de Micheville. — L'installation date de 1904. Elle comprend trois trains à commande électique : un trio de 450 à fers marchands, un double duo et un train à fil. Les accessoires de ces trains sont eux-mêmes équipés électriquement.

L'alimentation des moteurs se fait en courant continu sous la tension de 500 volts.

La station centrale, située à 500 m des laminoirs, a une capacité normale de 5000 à 6000 chevaux. Elle comprend quatre moteurs à gaz de 1500 chevaux et deux de 1100 chevaux; une machine à vapeur de 600 chevaux et trois de 300 chevaux servent comme réserve.

Les moteurs des trains de laminoirs ainsi que les appareils de contrôle sont installés dans des cabines spéciales, en tôle ondulée avec panneaux vitrés. La partie électrique de l'installation a été exécutée par la Société Alsacienne

[1] D'après M. Mylan, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, t. XLIX, septembre 1909.

de Constructions mécaniques de Belfort, et la partie mécanique par MM. Delattre et Cie à Ferrière-la-Grande. Nous décrirons successivement chacun des trains.

Train trio de 450 à fers marchands. — Ce train transforme des blooms de dimensions variant de 110 × 110 mm à 200 × 200 mm et de poids variant de 100 kg à 400 kg en fers marchands profilés : plats de 500 mm à 200 mm de largeur, cornières de 50 × 50 mm à 100 × 100 mm, fers T de $\frac{50 \times 50}{70}$ à $\frac{100 \times 100}{70}$, bandages de roues jusqu'à 120 mm de largeur; fers carrés, ronds, etc., rails jusqu'à 15 kg le mètre courant.

Le moteur (*fig.* 7), à courant continu et excitation compound, a une puissance normale de 850 chevaux; il peut fournir 1500 chevaux en pleine surcharge; sa vitesse est réglable entre 150 et 190 t : m, suivant les nécessités de la fabrication, à l'aide d'un rhéostat de champ placé sur son enroulement en dérivation.

Ce moteur est accouplé directement au finisseur par l'intermédiaire d'un manchon élastique, système Zodel. Le finisseur comprend quatre cages de 1300 mm à 1500 mm de longueur avec écart d'axe en axe des cylindres variable entre 425 mm et 475 mm.

Au delà du manchon d'accouplement est montée une

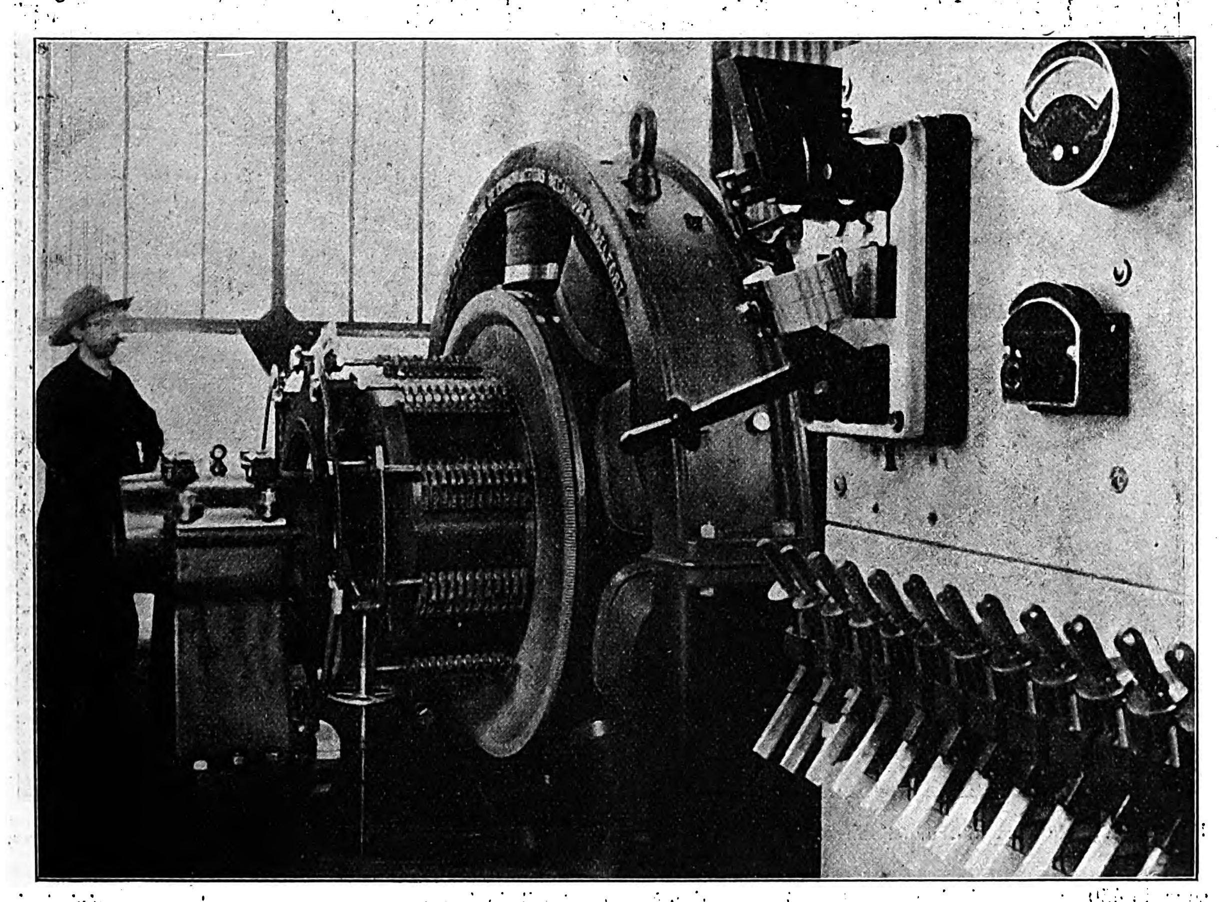


Fig. 8. — Moteur à courant continu de 700 chevaux d'un train double trio des Aciéries de Micheville.

poulie-volant de 3,06 m de diamètre et d'un poids total de 27500 kg; la jante de ce volant mesure 900 mm de largeur et 350 mm de hauteur et pèse à elle seule 25000 kg.

Le finisseur entraîne par courroie une cage de trio dégrossisseur de 550 mm au moyen d'une poulie-volant de 6,20 m de diamètre, d'un poids total de 30000 kg dont 25000 kg à la jante. La vitesse du dégrossisseur varie de 80 à 100 t : m.

La régulation du glissement est obtenue grâce à l'excitation compound du moteur. La variation de vitesse entre la marche à vide et la pleine charge est de 8 à 9 pour 100. Cette variation permet aux deux poulies-volants de restituer durant les fortes charges une énergie totale de 362500 kgm. Cette énergie correspond à 4820 chevaux-seconde, ce qui signifie que, suivant que le surcroît de travail du laminoir dure 1, 2, 4, 10 secondes, les volants fourniront une puissance moyenne de 4820, 2410, 1205 ou 482 chevaux. Bien que la longueur des pièces laminées atteigne parfois 35 m, la durée des passes est telle, par rapport à la durée des pauses, qu'elle permet une uniformisation satisfaisante de la puissance absorbée.

Comme exemple de travail de ce laminoir, nous indiquerons qu'un bloom de 120 mm × 120 mm, pesant environ 110 kg, est laminé en cornière de 60 × 60 mm par

6 passes dégrossisseuses et 6 passes finisseuses en une période de 90 secondes.

La production par journée de 24 heures atteint 200 tonnes.

Train double duo à fers marchands. — Ce train est destiné comme le précédent à la fabrication des laminés du commerce : cornières, rails, fers U, éclisses, fers T, plats, ronds, feuillards et carrés. La matière brute consiste en blooms de 120 mm × 120 mm à 50 mm × 50 mm. La disposition générale est la même que pour l'installation précédente. Le moteur (*fig.* 8), d'une puissance normale de 700 chevaux et maximum de 1200 chevaux, actionne directement, par accouplement élastique type Zodel, les quatre cages du finisseur, à une vitesse réglable entre 225 et 275 t : m; ces cages ont une longueur de 1 m, l'écartement d'axe en axe des cylindres étant de 300 mm. La poulie-volant montée sur l'arbre au delà du manchon a 2,40 m de diamètre; son poids est de 15000 kg, dont 11 500 kg à la jante.

Le finisseur entraîne par courroie un trio dégrossisseur de 450 mm, muni d'un volant de 6 m de diamètre pesant 20000 kg dont 15500 à la jante. La vitesse du dégrossisseur est de 100 t : m.

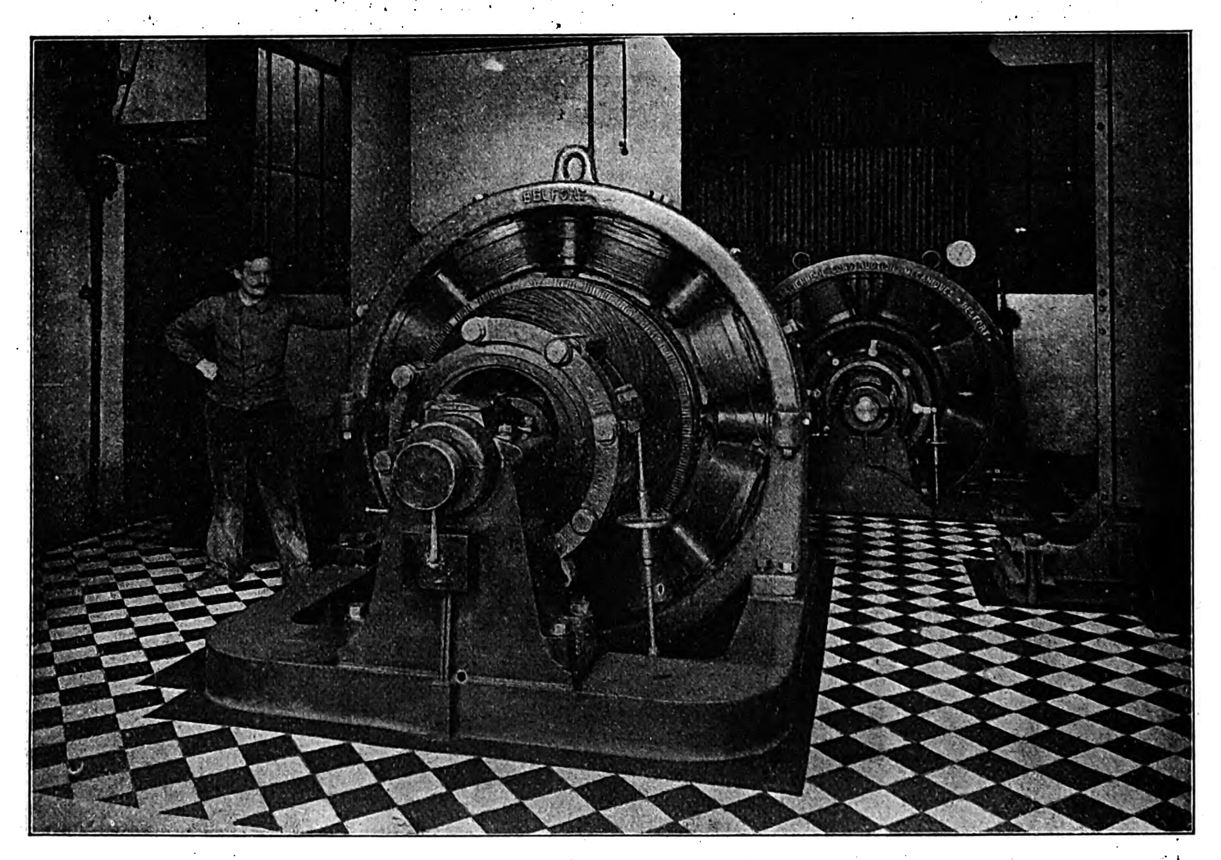


Fig. 9. — Vue de deux moteurs d'un train à fil des Aciéries de Micheville : l'un de ces moteurs est muni de pôles auxiliaires.

La chute de vitesse entre la marche à vide et la pleine charge est de 8 pour 100; elle est produite par le compoundage du moteur. Cette chute permet aux volants de céder une énergie totale de 215000 kgm, correspondant à 2870 chevaux-seconde, ce qui signifie que, suivant que les pointes de charge durent 1, 2, 4 ou 10 secondes, les volants fourniront une puissance moyenne de 2870, 1435, 718 ou 287 chevaux.

La production du train varie suivant les produits à obtenir; elle peut atteindre 140 tonnes par journée de 24 heures. Voici un exemple du travail exécuté : un bloom de 120 mm × 120 mm, pesant 100 kg, est laminé en rail de 4,500 kg au mètre courant en une période de 80 secondes.

Train à fils. — Ce train est destiné à la fabrication du fil d'acier de 5 mm à 10 mm de diamètre. Sa production est de 7 à 8 tonnes à l'heure. La matière brute consiste en blooms de 110 mm × 110 mm pesant 90 kg.

Ces blooms passent successivement dans quatre trains ayant chacun leur moteur. Le premier de ces trains sert au dégrossissage des blooms. Il comprend deux trios de 450 mm de diamètre, commandés directement par un moteur compound d'une puissance normale de 850 chevaux et d'une puissance maximum de 1500 chevaux. La vitesse du moteur est réglable entre 100 et 125 t : m, suivant les nécessités de la fabrication, à l'aide d'un rhéostat de champ placé sur son enroulement shunt.

L'égalisation de la charge est obtenue par un volant de 35000 kg, d'un diamètre de 6 m, monté sur l'arbre du moteur.

Le deuxième train comprend deux trios de 330 mm; il est actionné directement à vitesse réglable entre 225 et 290 t : m par un moteur compound de 800 à 1500 chevaux, avec poulie-volant d'un diamètre de 2,370 m pesant 7 tonnes. Les volants de ces deux premiers trains sont reliés par courroie, de sorte que les moteurs travaillent en commun.

Un troisième train à quatre cages avec rouleaux de 250 mm est commandé par un moteur compound de 850 à 1200 chevaux. Le moteur attaque directement une première ligne à la vitesse de 350 à 400 t : m, et entraîne par courroie une deuxième ligne à une vitesse variant de 450 à 500 t : m. A cet effet le train est muni d'une poulie-volant de 1,50 m de diamètre, pesant 5200 kg.

Enfin, le train finisseur qui comprend quatre cages est actionné directement par un moteur compound de 700 à 1200 chevaux dont la vitesse est réglable de 450 à 500 t : m. Le moteur est accouplé à un volant en acier de 2,20 m de diamètre pesant 7400 kg. Le réglage de la vitesse, suivant les besoins de la fabrication, s'obtient comme pour les autres moteurs au moyen d'un rhéostat de champ.

L'enroulement compound, qui réalise la régulation permanente du glissement, est réglable au moyen d'un shunt permettant de limiter l'amplitude de la diminution de vitesse lorsque la charge passe de zéro à sa valeur normale.

La figure 9 montre deux des moteurs du train à fil. On voit que l'un de ces moteurs est muni de pôles auxiliaires en vue d'assurer une meilleure commutation.

Ajoutons que dans ces diverses installations l'action des volants est régulière et les à-coups prévus sont rarement dépassés.

(*A suivre.*) G. Sauveau.

DIVERS.

Installation électrique de drainage à l'embouchure de la Meuse (1).

Une importante installation de pompes électriques pour le drainage a été mise récemment en service à l'embouchure de la Meuse, où le Gouvernement des Pays-Bas a fait exécuter de grands travaux de redressement du fleuve. Cette installation ne comporte pas moins de vingt-deux postes, alimentés d'une centrale électrique commune et, à l'exception de trois d'entre elles, situées à proximité de l'usine génératrice et desservies par le personnel de celle-ci, elles sont toutes contrôlées automatiquement.

L'usine comprend deux alternateurs triphasés de 260 kilowatts actionnés chacun par une machine à vapeur tandem horizontale et dont les courants sont envoyés sous 3000 volts aux différents postes où la tension est ramenée à 215 volts au moyen de transformateurs statiques; la centrale et les postes sont reliés téléphoniquement.

Les pompes sont à arbre vertical, elles se trouvent au fond d'une chambre de maçonnerie au sommet duquel est placé le moteur, qui attaque l'arbre de pompe par une transmission d'angle.

Selon les conditions locales, la longueur de la conduite de refoulement est de 5 m à 14 m; cette conduite est toujours munie d'un registre, actionné de la salle du moteur; le tuyau de décharge, qui est incliné de 30° par rapport à la verticale, est terminé par un clapet de fonte.

Les petits moteurs, de puissance inférieure à 5 chevaux, sont à induit en court-circuit; les autres ont un enroulement à bagues et leur démarrage s'effectue sur rhéostat.

Pour les pompes qui fonctionnent automatiquement, le contrôle est placé sous la dépendance d'un flotteur agissant de façon que la pompe est mise en marche dès que le niveau de l'eau dépasse de 0,20 m le niveau normal et s'arrête lorsqu'il est inférieur de 0,20 m à ce même niveau.

A cette fin, le flotteur met en œuvre, à chaque extrémité de sa course, un interrupteur, qui commande soit directement le circuit du moteur de pompe, soit celui d'un servomoteur actionnant à son tour le démarreur du moteur de pompe; cette deuxième disposition est employée pour les moteurs de plus de 5 chevaux.

(1) *Bulletin de la Société belge d'Électriciens*, juin 1910, p. 305.

Commande électrique des moulins à farine Robson and Son de Bishopwearmouth, à Sunderland (Angleterre) (1).

Une installation électrique a été faite récemment dans ces moulins, pour la commande des cylindres et d'autres appareils de meunerie. Cette commande se faisait autrefois par une machine à vapeur de 400 chevaux.

L'installation comprend un moteur électrique triphasé de 275 chevaux, auquel le courant est fourni par une station centrale extérieure, par l'intermédiaire d'un transformateur de 375 kilowatts et 5000 volts primaires, qui alimente également d'autres moteurs de l'atelier de nettoyage des grains et ceux de tous les élévateurs, tandis qu'un second transformateur de 100 kilowatts donne le courant nécessaire à différents petits moteurs et appareils, et au réseau d'éclairage.

L'article donne la description du tableau portant les appareils à haute tension de commande des transformateurs et les appareils à basse tension de service des moteurs et des autres appareils principaux, et notamment le dispositif d'enclenchement entre les appareils de mise en route du moteur principal et d'un moteur auxiliaire servant à imprimer, à l'ensemble des machines actionnées par le moteur principal, une vitesse égale à 4 pour 100 de leur vitesse normale, avant la mise en route de ce dernier moteur, pour éviter de surcharger les machines de la station génératrice, au moment du démarrage.

Cet enclenchement est disposé pour rendre impossible une fausse manœuvre, lors de la fermeture des interrupteurs de ces moteurs ou de la mise en série de leurs résistances de démarrage.

(1) *Electrical Review* (Londres), t. LXVI, 20 mai 1910, p. 844.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

La polarisation des diélectriques dans un champ constant (1).

Les expériences étaient faites avec des ellipsoïdes ou des cylindres suspendus dans un champ constant. On peut déduire la constante diélectrique de l'intensité du champ, des dimensions des ellipsoïdes et du nombre d'oscillations de torsion avec et sans le champ.

De la grandeur de l'accroissement de la constante diélectrique, uniforme pendant la polarisation, on peut déduire la résistance spécifique qui ne diffère pas beaucoup de celle obtenue à l'aide du passage d'un courant constant dans le diélectrique.

Voici quelques résultats :

Résistivité de quelques diélectriques à 17° C.

	ρ en ohms. par centimètre cube.
Paraffine	$4,9.10^{16}$
Quartz perpendiculaire	2,0 »
Flint-glass : D = 3,3	$9,9.10^{15}$
Soufre	8,2 »
Résine	7,0 »
Quartz fondu	1,6 »
Caoutchouc	1,5 »
Ébonite	$4,5.10^{14}$
Baume de Canada	2,8 »
Flint-glass : D = 4,1	2,5 »
Ambre	1,55 »
Quartz parallèle	1,53 »
Gutta-percha	$6,21.10^{13}$

C. Chéneveau.

Effet de la température sur les propriétés magnétiques du fer électrolytique (2).

L'auteur décrit des recherches faites sur les constantes magnétiques du fer pur électrolytique à différentes températures, pour déterminer jusqu'à quel point les phénomènes généralement observés sont caractéristiques du fer lui-même.

Le fer employé avait été déposé deux fois d'un électrolyte formé par du sulfate de fer et d'ammonium. Les impuretés décelées par l'analyse chimique comprenaient :

	pour 100.
Soufre	0,001
Silice	0,003
Phosphore	0,004
Manganèse	»
Charbon	0,012
Hydrogène	0,072

(1) W.-M. Thornton, *Electrician*, t. LXV, 22 avril 1910, p. 59.
(2) E.-M. Terry, *Electrician*, t. LXV, 15 avril 1910, p. 6.

C'est à la présence de l'hydrogène que sont attribuées les propriétés particulières du fer électrolytique. Les essais magnétiques étaient faits par la méthode de l'anneau de Rowland. Les principaux résultats obtenus dans cette étude sont les suivants : Le fer électrolytique fraîchement préparé est très fortement magnétique. Différents échantillons montrent des propriétés dissemblables dans les champs faibles; ces différences disparaissent pour le fer recuit à 1000° C. Dans des champs intenses, tous les échantillons sont identiques. Si on les plonge dans l'air liquide, il ne se produit pas de trempe permanente. Le magnétisme rémanent passe par un maximum au voisinage de la température ambiante. Des points de transformations magnétiques assez marqués paraissent dus à l'hydrogène. Par le refroidissement le magnétisme reparaît à la même température pour laquelle le chauffage l'avait fait disparaître. Cette température est de 785° C. L'abaissement dans les courbes de variation de la perméabilité avec la température obtenu par Morris n'existe pas pour ce fer. La meilleure température de recuit est 1100° C. Quoique le fer électrolytique bien recuit ait une force coercitive plus faible et une perméabilité maximum plus grande que le fer de Suède, son grand magnétisme rémanent est la cause de pertes hystérétiques assez considérables.

Le Tableau suivant montre les résultats obtenus avec du fer électrolytique recuit à diverses températures :

Température en degrés C.	Perte d'énergie par hystérésis.	Magnétisme rémanent.	Force coercitive.	Induction maximum.	Perméabilité maximum.
23	21 300	7940	3,80	17 100	1 040
780	11 280	8450	1,30	17 300	3 070
1000	5 060	14 100	0,75	17 280	9 080
1100	4 900	12 800	0,53	17 600	11 000
1200	5 600	13 000	0,85	17 400	8 750
1300	7 160	13 800	0,97	17 400	7 120

La densité de l'émanation du radium (1).

Les auteurs ont entrepris de déterminer directement la densité de l'émanation du radium, afin d'en tirer la valeur du poids atomique de cette substance. Leurs expériences n'ont pas coûté moins de deux ans, parce qu'il leur a fallu construire une balance donnant le demi-millionième de milligramme. C'est qu'en effet il fallait opérer sur des quantités d'émanation dont le volume a varié de 58,5 millionièmes de millimètre cube à 73,3 et le poids de 364 à 716 millionièmes de milligramme. Les valeurs du poids atomique obtenues sont comprises entre 216 et 222, ce qui vérifie le résultat trouvé par M. Debierne par une voie tout autre. Les auteurs proposent de donner à l'émanation le nom de *niton*.

(1) W. Ramsay et R.-W. Gray, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 151, 11 juillet 1910, p. 126-128.



BIBLIOGRAPHIE (¹).

L'Électrotechnique exposée à l'aide des Mathématiques élémentaires, par N.-A. PAQUET et A.-C. DOCQUIER, ingénieurs des mines, professeurs d'écoles industrielles, et J.-A. MONTPELLIER, rédacteur en chef de l'*Électricien*. Tome II : *Production de l'énergie électrique*. Un volume $25^{cm} \times 16^{cm}$, 584 pages, 546 figures. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix : broché, 15 fr.; cartonné, 16,50 fr.

Ainsi que nous le disions en présentant ici le premier Volume, c'est un Ouvrage qui fait à la fois de la vulgarisation et de l'enseignement que les auteurs se sont efforcés d'écrire. Or, pour enseigner une science appliquée, il ne faut pas se contenter de n'exposer que qualitativement les principes, il faut encore, car c'est là le point le plus important pour les applications, montrer comment on peut exprimer en nombres les grandeurs que cette science considère. Un Ouvrage d'Électrotechnique d'enseignement ne saurait donc ne pas faire usage des Mathématiques. Mais si les notions mathématiques qu'il utilise sont de celles que possède toute personne ayant fait des études élémentaires, il peut, malgré son but d'enseignement, prétendre encore au titre d'Ouvrage de vulgarisation.

Malgré les difficultés pratiques résultant du double but qu'ils s'étaient proposé, les auteurs sont parvenus à réaliser un Ouvrage d'Électrotechnique fort complet, où les enroulements des dynamos et les propriétés des courants alternatifs sont présentés avec des détails techniques très développés et où cependant l'appareil mathématique est réduit à peu de chose. Nous ne pouvons que les féliciter de leur réussite.

Cours pratique d'Électricité industrielle, par HENRY CHEVALLIER, sous-directeur du Laboratoire d'Électricité industrielle de la Faculté des Sciences de Bordeaux. Un volume $19^{cm} \times 13^{cm}$, 374 pages, 330 figures. Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, éditeurs. Prix : cartonné, 7,50 fr.

Ce Volume traite des « applications du courant électrique à la production de la lumière, du chauffage, du travail mécanique, des réactions chimiques et des métaux. » Écrit à l'usage des élèves des Écoles d'enseignement technique, il donne les principes de chacune de ces applications et la description succincte des appareils utilisés actuellement pour les réaliser. C'est un Ouvrage de lecture à la fois facile et instructive qui remplit bien le but que s'est proposé l'auteur.

Formulaire de l'Électricien et du Mécanicien de E. Hospitalier. Vingt-quatrième édition (1910), par GASTON ROUX, directeur du Bureau de Contrôle des Installations électriques. Un volume $12^{cm} \times 16^{cm}$, 1229 pages. Masson et Cie, éditeurs. Prix : cartonné, 10 fr.

En signalant à nos lecteurs l'édition de 1908, nous avons dit comment, par une augmentation considérable des matières insérées, le *Formulaire de l'Électricien* de Hospitalier était devenu le *Formulaire de l'Électricien et du Mécanicien*.

La nouvelle édition qui vient d'être publiée est encore plus complète que sa devancière. Elle renferme en effet de nouveaux Chapitres relatifs aux aéroplanes, aux constructions en ciment armé, aux pouvoirs vaporisateurs des différents charbons; dans le calcul des canalisations, les abaques de M. Blondel pour les conducteurs en cuivre et ceux de M. Dusaugey pour les conducteurs en aluminium ont été ajoutés; le Chapitre des turbines à vapeur, moteurs à gaz et gazogènes, ainsi que celui de l'électrochimie ont été complètement refondus, etc.; enfin un important Chapitre nouveau a été introduit : c'est le résumé de la jurisprudence concernant les installations électriques, dû à la plume de M. Ch. Sirey.

Ces différentes additions montrent le soin qu'apporte M. Roux à maintenir le Formulaire de E. Hospitalier au courant des progrès de la technique et à en faire le guide indispensable de l'ingénieur. J. B.

Les compteurs électriques à courant continu et à courants alternatifs, par L. BARBILLION, professeur à la Faculté des Sciences et directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, avec la collaboration de G. FERROUX, ingénieur, chargé de conférences à cet Institut. Un volume $19^{cm} \times 12^{cm}$, 226 pages 124 figures, de la *Bibliothèque des Actualités scientifiques*. Gauthier-Villars, éditeur. Prix : broché, 3,25 fr.

Bien que les principes sur lesquels est basée la mesure de l'énergie électrique soient peu nombreux, les appareils qui ont été imaginés pour réaliser pratiquement cette mesure forment une véritable armée. Le lecteur ne doit donc pas s'attendre à trouver la description détaillée de tous ces appareils dans le petit Volume que viennent de publier MM. Barbillion et Ferroux; mais il trouvera, ce qui vaut mieux, l'exposé très net des principes et de leurs applications aux modèles de compteurs les plus récents. Les auteurs ont en effet conservé à l'Ouvrage la forme même sous laquelle son contenu a été exposé aux élèves de l'Institut électrotechnique de Grenoble, C'est dire que c'est un livre d'études que liront avec fruit les jeunes ingénieurs de nos écoles électrotechniques.

(¹) Il est donné une analyse bibliographique de tout Ouvrage dont *deux* exemplaires sont adressés à la Rédaction.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

MATÉRIAUX ISOLANTS.

La bakelite, nouvel isolant électrique (1).

Quand on chauffe ensemble du phénol et de l'aldéhyde formique, il reste, après décantation de l'eau, une masse liquide qui, sous l'action d'un chauffage prolongé, devient solide et enfin si dure qu'elle ne se laisse plus rayer par l'ongle.

L. Bakeland, qui a trouvé ce produit résineux et l'a rendu utilisable en électrotechnique, lui a donné le nom de « bakelite ». Il prend à peu près parties égales de phénol et de formol du commerce, les additionne d'une faible quantité d'alcali et chauffe le tout. Alors il se sépare deux couches : une solution aqueuse et, par-dessous, un liquide dense qui, soumis à une chauffe plus prolongée, devient successivement épais, sirupeux et enfin solide. C'est le produit originel désigné sous le nom de « bakelite A ». Quand on soumet la bakelite A, sans autre précaution, à une température supérieure à 100°, elle devient solide, mais spongieuse; si le chauffage a lieu sous une pression de 4 à 7 atmosphères, on obtient le terme extrême, la « bakelite C », substance dure, sans bulles, de densité 1,25 à 1,26, résistant au feu et à beaucoup d'agents chimiques tels que les acides étendus et qui constitue, en outre, un isolant électrique incomparable, mais non plastique. Entre ces deux variétés s'en place une intermédiaire, la bakelite B, qui, au lieu de fondre comme A, se ramollit simplement, propriété qui la rend propre au moulage par pression; tandis que C peut seulement être sciée, tournée et polie.

Pour le chauffage sous pression, l'inventeur emploie une chaudière spéciale, un bakelisateur, renfermant de l'air comprimé jusqu'à 7 atmosphères et porté de 140° à 180° C. dans un bain de vapeur. Plus la température est élevée, plus vite se forme la « bakelite C ».

La bakelite en lingots se prépare en coulant la bakelite A liquide dans des moules qui sont ensuite placés dans la susdite chaudière durant 2 à 3 heures. Le bloc obtenu conserve exactement l'empreinte du moule d'où il se retire facilement grâce à un léger retrait; il sert ensuite, comme l'os et l'ivoire, à la confection de multiples objets. Les gros blocs ne subissent pas dans la masse la transformation C; ils ne sont pas homogènes et se fendent facilement. Aussi est-il préférable de les faire passer d'abord par l'état B; puis de les débiter à la dimension désirée et ensuite de les porter à une plus haute température. Pour permuter A en B, on chauffe sous la pression ordinaire à 70° au plus, jusqu'à ce que la masse se prenne en gélatine. A froid, B est dur et cassant, mais il se ramollit de nouveau à l'eau chaude. Pour passer de B à C, on n'a plus besoin de moules, puisque B conserve la forme qu'on lui a donnée, même dans l'eau chaude; c'est pourquoi une chaudière ordinaire peut suffire pour opérer la transformation de B en C.

Au lieu d'employer la bakelite pure, on ajoute au produit primordial A des matières colorantes et du bourrage (noir de fumée et asbeste). Certaines garnitures, comme la sciure de bois, ne supportant pas de températures élevées, on maintient la chaudière à plus basse température, mais en compensation on poursuit l'opération plus longtemps. Pour faire le mélange, on pulvérise de la bakelite A solide dans un mortier en porcelaine et l'on tamise; on ajoute le bourrage réduit aussi en poudre et l'on malaxe encore au mortier pour rendre le mélange plus intime; celui-ci est comprimé en blocs ou laminé à chaud en plaques, qui sont mises en réserve.

Comme isolant, il est recommandé de prendre 1 partie de A solide et 3 parties d'asbeste. La sciure de bois mélangée à 40 pour 100 de bakelite isole encore mieux; des lames de 2 mm à 3 mm d'épaisseur ne claquent que sous 20000 volts. On obtient une grande résistance mécanique en employant comme garnitures des matières fibreuses. Suivant la nature et la proportion des garnitures, le mélange se laisse plus ou moins facilement façonner, limer ou scier. Les isolants à la bakelite résistent aux agents atmosphériques mieux que la gomme laque ou les autres substances résineuses; ils sont supérieurs à la porcelaine contre les chocs. Les pièces métalliques comme les vis et les boulons peuvent être incorporés à la masse sans difficulté au moment du moulage. En ajoutant du graphite à la bakelite, on forme un composé anti-friction qui n'est pas attaqué par l'huile; les paliers qui en sont pourvus peuvent donc être lubrifiées en temps ordinaire avec de l'huile, et le graphite sert de réserve dans le cas où le premier graissage viendrait à manquer. Quand on fait varier la teneur en graphite, la résistance du composé varie proportionnellement; on peut ainsi constituer une échelle très étendue de résistances. Pour isoler les enroulements des dynamos, transformateurs et autres, on trempe le fil guipé dans la bakelite A additionnée d'un peu d'alcool et l'on sèche à une douce chaleur. On chauffe aussi légèrement pendant l'enroulement pour maintenir le fil flexible. Entre les différentes couches on interpose des feuilles imprégnées de bakelite A et l'on porte dans le bakelisateur, au sortir duquel on sèche encore lentement, de préférence dans le vide, de façon à éliminer toute trace d'humidité. Avec quelques précautions on arrive aussi à finir les pièces dans les étuves ordinaires; pour cela, on chauffe lentement de 40° à 70°; puis de 120° à 140°. Pour les fils, on s'arrête quelquefois à l'état B, le terme extrême C se formant ultérieurement sous l'action de la chaleur dégagée par le passage du courant. Pour enduire complètement les bobines, on les enferme dans des moules qui sont remplis de A sous pression et l'on chauffe dans le bakelisateur. La bobine terminée présente exactement la conformation du moule. Sur le caoutchouc et la gomme laque, la bakelite a l'avan-

(1) L. Bakeland, *Chemical News*, t. C, 1909, p. 4, 18 et 28.



tage particulier de ne pas se ramollir ou fondre à la chaleur; ce n'est qu'au-dessus de 300° qu'elle commence à se carboniser. Pour revêtir les surfaces métalliques d'une couche de bakelite, on y coule de la bakelite A liquide ou l'on y presse des plaques constituées de bakelite A et de bourrage, et l'on finit dans le bakelisateur. On donne ainsi aux récipients et aux tubes métalliques un habillage inattaquable par les acides et qui est rendu plus adhérent par l'addition de sable et en procédant par applications successives. Comme la bakelite C est très cassante, les tôles qui en sont recouvertes ne peuvent être ployées qu'autant que la mixture n'a pas encore atteint l'état C.

En Allemagne, plusieurs grandes maisons ont entrepris l'exploitation en commun de cette invention sous la direction des Rütgerswerke A.-G., de Berlin, qui sont spécialisées, comme on sait, dans la fabrication des goudrons et qui sont en état par conséquent de fournir les matières premières entrant dans la préparation de la bakelite. B. K.

Essais sur des tubes en mica [1].

C'est un fait bien connu que la résistance des matières isolantes dépend en partie de leur pureté et en partie de la température. La tension de rupture décroît, en pratique, très vite lorsque la température croît et le mica est la seule matière qui n'agisse pas de cette façon. Malheureusement son prix étant élevé, surtout lorsqu'il s'agit de grandes pièces isolantes, on a eu recours à l'incorporation au mica de papier et d'une substance liante convenable On a obtenu alors la micanite qu'il était possible de tourner en tubes de toutes épaisseurs mais qui était percée bien avant le mica seul.

La maison Meirowsky et Cie, à Ehrenfeld, est arrivée à faire des tubes en mica presque pur. On forme des lames minces à l'aide de feuilles de mica et d'une matière liante et l'on s'arrange pour que l'épaisseur de ces lames soit aussi uniforme que possible. Les lames sont enroulées l'une sur l'autre, sous pression, jusqu'à former un tube d'épaisseur convenable. La combinaison d'une grande pression et d'une température élevée tend à chasser la petite quantité de matière agglomérante et l'ensemble ressemble à une couche de mica pur. Les tubes sont alors chauffés pendant plusieurs heures jusqu'à ce que les dernières traces de substances étrangères soient éliminées.

Un certain nombre de ces tubes ont été essayés au laboratoire de l'usine, par les méthodes usuelles.

L'intérieur des tubes était rempli de cylindres de fer qui dépassaient aux extrémités; l'extérieur était recouvert de papier d'étain jusqu'à une distance suffisamment éloignée des extrémités. La température à la surface extérieure du tube était prise à l'aide d'un thermomètre dont le réservoir était recouvert d'une feuille d'étain puis par-dessus d'une bande de feutre; dans quelques cas la température maximum n'était guère atteinte qu'après 1 ou 2 heures.

Sur 108 tubes qui furent essayés, 13 furent percés avant la fin de l'essai dont la durée était de 1 heure. Les températures étaient très élevées dans beaucoup de cas et des nombres obtenus, qui figurent dans le Tableau suivant, on peut déduire qu'il est possible d'appliquer aux tubes des tensions voisines de 15000 à 18000 volts par millimètre quand ils sont à une température comprise entre 150° et 200° C. De telles températures ne sont pas atteintes en pratique pour de multiples raisons; cependant, en comptant sur une tension de travail moitié de la précédente, les nombres montrent encore la vraisemblance de perfectionnements possibles dans les appareils et les machines à hautes tensions.

Essais sur la forme nouvelle de tubes de mica.

Épaisseur du tube en millimètres.	Tension appliquée en volts.	Températures initiale.	Températures finale.
1,0	15 000	18° C.	90° à 95° C.
1,0	18 000	18	110-115
1,5	18 000	18	95-110
1,5	21 000	18	108-132
1,5	25 000	18	128-136
1,5	28 000	19	155-170
1,5	30 000	19	162-178
1,5	33 000	20	170-225
2,0	33 000	20	185-205
2,0	35 000	20	198-218
2,0	38 000	20	235-290
2,5	35 000	20	125-145
2,5	38 000	20	146-152
2,5	40 000	20	159-168
2,5	43 000	20	170-182
2,5	45 000	20	198-205
2,5	48 000	18	190-225
3,0	50 000	20	158-164
3,0	53 000	20	167-171
3,0	55 000	22	178-205
3,0	58 000	22	195-225
4,0	58 000	22	156-167
4,0	60 000	22	180-185
4,0	63 000	22	210-230
5,0	65 000	22	150-165
5,0	68 000	22	185-194
5,0	70 000	22	210-280

Comparaison des tensions de rupture pour des tubes d'épaisseurs et de matières variées.

M, tubes en mica pur à 80°.
M', tubes en micanite à 80°.
P, tubes « Pertinax » [1] en papier imprégné de goudron à 80°.

Épaisseur en millimètres.	Tension appliquée en volts.	Matière.
1,0	13 000 environ	P
»	18 000 »	M'
»	33 000 »	M
2,0	25 000 »	P
»	37 000 »	M'
»	54 000 »	M
3,0	37 000 »	P
»	54 000 »	M'
»	75 000 »	M
4,0	48 000 »	P
»	68 000 »	M'
»	98 000 »	M

[1] D.-K. FISCHER, *Electrician*, t. LXV, 6 mai 1910, p. 139.

[1] *La Revue électrique*, t. XIII, 28 février 1910, p. 135.



LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

MINISTÈRE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE.

Décret créant un office national des retraites ouvrières et paysannes.

Le Président de la République française,

Vu la loi du 5 avril 1910, sur les retraites ouvrières et paysannes;

Vu la loi du 16 juillet 1910, concernant l'ouverture des crédits supplémentaires sur l'exercice 1910;

Vu l'article 55 de la loi de finances du 25 février 1901;

Sur le rapport du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale et du Ministre des Finances,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Il est créé un office national des retraites ouvrières et paysannes.

Ce service est rattaché au Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale; il ne fait pas partie de l'administration centrale de ce ministère.

ART. 2. — Le directeur de l'office national des retraites ouvrières et paysannes est placé sous l'autorité immédiate du ministre. Il est nommé par décret.

Son traitement est réglé suivant l'échelle des traitements des directeurs du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale et est soumis aux retenues pour le service des pensions civiles.

ART. 3. — Le personnel de l'office national des retraites ouvrières et paysannes est exclusivement recruté par voie de concours dans des conditions qui seront fixées ultérieurement.

Toutefois, et tant que ces concours n'auront pu être institués, les agents qui seront attachés à l'office national des retraites ouvrières et paysannes seront directement nommés par des arrêtés ministériels qui détermineront, dans la limite des crédits inscrits à cet effet au budget du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale, le montant des allocations ou salaires qui leur seront accordés.

ART. 4. — Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale et le Ministre des Finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 16 juillet 1910.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
RENÉ VIVIANI.

Le Ministre des Finances,
GEORGES COCHERY.

Décret nommant le Directeur de l'office national des retraites ouvrières et paysannes.

Le Président de la République française,

Vu le décret du 16 juillet 1910, portant création de l'office des retraites ouvrières et paysannes;

Sur le rapport du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — M. Chauvy (Auguste-Etienne), inspecteur des Finances, contrôleur des dépenses engagées du Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, est nommé directeur de l'office national des retraites ouvrières et paysannes.

ART. 2. — Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 16 juillet 1910.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République:
Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
RENÉ VIVIANI.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

Décret modifiant le décret du 14 janvier 1910 relatif à l'organisation du Comité permanent d'Électricité.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique, notamment l'article 20 instituant un Comité permanent d'électricité;

Vu le décret du 7 février 1907, modifié par décret du 14 janvier 1910, sur l'organisation de ce Comité, et notamment l'article 4;

Le Conseil d'Etat entendu,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — L'article 4 du décret susvisé du 7 février 1907, modifié par décret du 14 janvier 1910, est remplacé par les dispositions suivantes :

« ART. 4. — Le directeur des routes et de la navigation, le directeur des chemins de fer, le directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique et le directeur de l'exploitation téléphonique à l'administration des Postes et des Télégraphes ont entrée au Comité, avec voix consultative, pour les affaires de leur service. »

ART. 2. — Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 15 juillet 1910.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,
A. MILLERAND.

(*Journal officiel* du 19 juillet 1910.)

Arrêté fixant les délais de validité des mandats-poste.

Les Ministres des Affaires étrangères, des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, des Finances, des Colonies,

Vu le décret du 26 juin 1878 sur le service des mandats-poste entre la France et les colonies françaises;

Vu le décret du 20 novembre 1882 sur le régime financier des colonies;

Vu les décisions du Ministre des Finances des 2 juillet 1867 et 25 juillet 1876, concernant les délais pendant lesquels les mandats-poste doivent être présentés au payement;

Vu les articles 31 et 32 de la loi de finances du 30 janvier 1907, réduisant de trois ans à un an, le délai de prescription des mandats-poste;

Vu le décret du 10 juin 1907, rendu pour l'exécution de cette loi,

Arrêtent :

ARTICLE PREMIER. — Les mandats-poste sont payables dans les délais ci-après, à partir du jour du versement des fonds;

Pendant deux mois :

Les mandats émis en France, en Algérie, en Tunisie, dans les bureaux du Levant et du Maroc, au profit des particuliers résidant soit en France, soit en Algérie, soit en Tunisie, soit dans les villes du Levant ou du Maroc pourvues de bureaux français;

Pendant trois mois;

Les mandats délivrés en France, en Algérie, en Tunisie, dans le Levant ou au Maroc, au profit de militaires appartenant à l'armée de terre et se trouvant en France, en Algérie, en Tunisie, dans le Levant ou au Maroc;



Pendant cinq mois;

1° Les mandats créés hors d'Europe (l'Algérie, la Tunisie, le Maroc et les bureaux du Levant exceptés) par les agents des Postes et des Télégraphes, par les comptables coloniaux, par les receveurs des bureaux français en Chine ou par la chancellerie du consulat général de France à Quito, quels que soient la qualité et le lieu de résidence des destinataires;

2° Les mandats de toute origine délivrés au profit :

a. Des particuliers et des militaires de l'armée de terre se trouvant hors d'Europe (l'Algérie, la Tunisie, les bureaux du Levant et du Maroc exceptés);

b. Des marins de l'Etat ou des militaires de l'armée de mer pour toute destination;

c. Des condamnés à la déportation détenus provisoirement en France;

d. Des transportés dans les colonies pénitentiaires.

ART. 2. — Les délais indiqués à l'article premier peuvent être renouvelés au moyen d'un « visa pour date » donné par l'administration des Postes et des Télégraphes.

Le visa pour date confère au titre un nouveau délai de validité égal au délai primitif; ce nouveau délai est lui-même renouvelable dans les mêmes conditions et dans la même forme.

Les demandes de visa pour date sont admises jusqu'à l'échéance du terme fixé pour la prescription.

Paris, le 13 juillet 1910.

Le Ministre des Affaires étrangères,
S. PICHON.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,
A. MILLERAND.

Le Ministre des Finances,
GEORGES COCHERY.

Le Ministre des Colonies,
GEORGES TROUILLOT.

(*Journal officiel* du 21 juillet 1910.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité consultatif du 4 juillet 1910 du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Présents : MM. Frénoy, président; Fontaine, secrétaire général; Cochegrus, de Clarens, Doucerain, Ginisty, Hussenot, Sirey.

Les espèces suivantes ont été communiquées au Comité :

CONSEIL D'ÉTAT. — 11 février 1910, Compagnie parisienne de l'air comprimé contre Ville de Paris, compétence judiciaire en matière d'octroi.

25 février 1910. Société anonyme des Buanderies de la Seine, octrois, entrepôt à domicile, refus, établissement industriel, excès de pouvoirs (*Loi*, 6 juin 1910).

15 avril 1910. Ville de Gap, commune, électricité, concession exclusive, autorisation de poser des fils, usage abusif, dommages au concessionnaire, responsabilité, caractères de l'autorisation, incompétence du Conseil de Préfecture (*Loi*, 13 juin 1910).

Ministre des Travaux publics, voirie, routes, dégradations, automobiles, circulation excessive, dommages, réparation (*Loi*, 14 juin 1910).

22 avril 1910. Commune de Clichy, établissements insalubres réclamations, compétence, Conseil de Préfecture, opposition mal fondée, absence d'inconvénients (*Loi*, 27 juin 1910).

13 mai 1910. Contrat, téléphones, erreur d'inscription de numéro, demande de dommages-intérêts, compétence judiciaire (*Loi*, 23 juin 1910).

1er juillet 1910. Société électrique des Pyrénées contre Ville de Pau.

COUR DE CASSATION. — 12 avril 1910, Chemin de fer Métropolitain contre Société l'Union immobilière, travaux publics, compétence, dommages, indivisibilité, chemin de fer métropolitain bruit et trépidation, construction défectueuse alléguée, Ville de Paris, propriétaires riverains, juge des référés, incompétence (*Loi*, 17 juin 1910).

31 mai 1910. R. contre commune de Fressenneville, responsabilité des communes pour les dommages causés en cas de troubles (*Gazette des Tribunaux*, 4 juin 1910).

TRIBUNAUX CIVILS. — 7 avril 1910. Compagnie du Gaz contre C. S., vol de gaz, condamnation (*Petites affiches*, 3-4 juillet 1910). Narbonne, 17 mai 1910, Consorts L. contre Société méridionale de transport de force, compétence, fils électriques, installation sur la voie publique, éclairage public et particulier, action en dommages-intérêts (*Loi*, 7 juin 1910).

TRIBUNAL CORRECTIONNEL. — Chambéry, 19 décembre 1906. Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan contre X. Vol d'électricité par éclairage de quatre lampes simultanées (circulaire n° 117 de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques).

INTERPRÉTATION DE TRAITÉ DE GAZ ACÉTYLÈNE. — Une ville a accordé à une Compagnie d'acétylène le privilège exclusif pour l'éclairage public et particulier par le gaz acétylène *ou tous autres procédés actuellement appliqués*, et elle ne prévoit dans l'avenir que la découverte de nouveaux modes d'éclairage, le consultant demande si cette Ville peut mettre la Compagnie en demeure d'installer l'électricité et, en cas de refus, si elle peut donner la concession de l'électricité à un tiers.

Réponse. — L'électricité est un procédé d'éclairage *actuellement appliqué;* donc il rentre dans le privilège concédé dont on ne peut sortir que pour l'établissement d'un procédé *nouveau*, c'est-à-dire autre que l'électricité.

INTERPRÉTATION DE TRAITÉ ÉLECTRIQUE. — Le traité soumis prévoit une diminution du prix de la lampe lorsque les lampes installées atteindront un certain nombre; le consultant demande si cette diminution concerne seulement les abonnés à forfait :

Réponse. — Il n'y a aucune distinction entre les abonnés à forfait et les abonnés au compteur. On établit une diminution de prix de la lampe quand un certain nombre de lampes est atteint, que les lampes soient relatives à un éclairage payé à forfait ou au compteur. Il n'y a pas de raison d'apporter une distinction dans cette clause, d'autant plus que le contrat dit que la fourniture sera faite suivant la convenance des particuliers par abonnement à forfait ou au compteur.

CURAGE DE RIVIÈRE. — L'adhérent demande quelle part de travaux en rivière incombe à un usinier en amont et en aval de son usine, et notamment en ce qui touche le curage.

Réponse. — On ne sait pas de quels travaux il est question, Il faudrait avoir le règlement d'usine. Quant au curage, l'usinier ne peut pas être obligé au curage de la rivière par son règlement d'usine. Le curage de la rivière est une obligation que l'Administration ne règle pas et qui est réglée par les textes relatifs au curage. En tout cas, l'usinier ne peut être tenu au curage, que comme riverain ou intéressé en tant qu'usager de la rivière non navigable. Il y a beaucoup de règlements de rivières qui mettent le curage à la charge des usiniers pour une plus forte partie que les autres riverains; mais ce ne peut être qu'en vertu d'anciens règlements propres au curage de la rivière que l'usinier peut être tenu à curer la rivière plus que d'autres riverains.

Le règlement d'usine ne peut pas mettre à la charge de l'usinier une obligation particulière relative au curage; la clause serait illégale (*voir*, PICARD, t. II, *Eaux*, p. 114).

Les arrêts du Conseil d'Etat des 5 novembre 1886 (Bordeaux) et 12 décembre 1882 ont décidé que les usiniers ne peuvent pas être obligés au curage jusqu'au remous, à moins que d'anciens réglements ne les y obligent en qualité de riverains.

DROITS D'OCTROI. — Une Société adhérente demande si le combustible destiné à la production de la force motrice industrielle n'est pas exonéré des droits d'octroi et si, par suite, elle pourrait prétendre ne payer les droits d'octroi que proportionnellement au nombre de kilowatts utilisés sous forme d'éclairage.

Réponse. — Il n'y a pas de loi spéciale à la force motrice en

matière d'octroi; mais la loi générale de l'octroi (décret de 1870, art. 8) permet la décharge des droits d'octroi pour les industriels, notamment pour les combustibles. Toutefois, on ne saurait ici profiter de cette disposition, puisque l'usine n'est pas dans la ville et qu'il n'y a pas introduction en ville de combustibles destinés à la production de l'électricité à l'intérieur de la ville, la production de l'électricité étant extérieure. Les droits d'octroi ne peuvent être dus en l'espèce, qu'en vertu du contrat par lequel le concessionnaire a pris l'obligation d'acquitter les droits d'octroi sur les combustibles servant à la production, dans une usine extérieure au périmètre de l'octroi, de l'énergie électrique, sans distinguer entre son emploi pour l'éclairage électrique et pour la force, lesquels sont prévus tous les deux dans la concession.

Difficultés avec les abonnés. — Un membre du Syndicat, en désaccord avec un de ses abonnés sur le prix à appliquer pour la fourniture du courant sans police, demande la marche à suivre, et s'il est en droit de couper le courant, au cas où il n'arriverait pas à s'entendre avec ledit abonné.

Réponse. — Il faudrait aller devant le Tribunal pour faire interpréter le contrat, qui paraît être un marché commercial.

Le consultant ne peut pas couper le courant, avant la décision du Tribunal, auquel il demandera un prix spécial ou la résiliation.

Traversée d'un bief. — Une Société adhérente demande quelles sont les autorisations qu'elle doit demander pour installer une canalisation traversant une rivière et un chemin communal, et quelles sont les autorités compétentes.

Réponse. — Il faudrait s'adresser au Contrôle. Il s'agit d'une permission de voirie pour l'exécution d'une concession antérieure à 1906.

Il serait utile de savoir si la rivière est navigable; sinon, elle ne rentre pas dans la réglementation sur la traversée des cours d'eau par les lignes aériennes; elle est propriété privée et non domaine public.

Pour l'occupation du chemin communal, la permission doit être délivrée par la Commune, mais à la demande du Service du Contrôle, à cause de sa relation avec une concession.

En résumé, le Comité consultatif indique de s'adresser au Service du Contrôle.

Dans l'intervalle des séances, les questions suivantes ont été solutionnées immédiatement vu l'urgence :

Cahier des charges type. — Un adhérent demande si les clauses et conditions du cahier des charges type pour les concessions par les communes d'un monopole d'éclairage visent non seulement l'éclairage, mais encore la force motrice.

En principe, les clauses du cahier des charges type, pour le cas de concession communale d'une distribution d'énergie électrique, visent aussi bien la force motrice et autres usages de l'électricité que l'éclairage, sauf les distinctions spéciales résultant du texte des articles. C'est ainsi qu'aux termes du paragraphe 3 de l'article 2, le privilège qui peut être accordé au concessionnaire pour la distribution de l'énergie servant à l'éclairage privé, ne saurait s'étendre à l'emploi de l'énergie à tous usages, autres que l'éclairage et à son emploi accessoire pour l'éclairage des locaux dans lesquels l'énergie est ainsi utilisée. Il ne peut donc y avoir de monopole pour la force motrice.

Les différentes clauses du cahier des charges type, sont analysées et commentées dans Sirey, *Guide des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique*, 2e Partie, n° 106 à 136.

Un adhérent demande si une clause relative aux perfectionnements dans la fabrication ou l'utilisation de l'énergie électrique ou la découverte d'un nouveau mode d'éclairage plus avantageux ou plus économique peut être insérée dans un cahier des charges de concession de distribution d'électricité sans constituer une dérogation.

Réponse. — Il est impossible d'indiquer d'une façon certaine si l'insertion d'une clause relative à l'application de nouvelles découvertes, soit pour l'éclairage électrique, soit pour sa fabrication, soit encore pour un nouveau mode d'éclairage autre que l'éclairage électrique, ne sera pas considérée comme une modification ou une dérogation au cahier des charges type. Sans doute, pour le cas de nouveaux procédés de fabrication ou de l'utilisation de l'éclairage électrique, il semble à peu près certain qu'une clause prévoyant un abaissement de tarif pourrait trouver sa place dans un cahier des charges, le cahier des charges type paraissant laisser une certaine latitude en ce qui concerne les tarifs de vente du courant, soit pour l'éclairage électrique, soit pour les autres usages de l'électricité.

Mais en serait-il de même pour le cas de découverte d'un nouveau mode d'éclairage, autre que l'éclairage électrique? La question peut paraître délicate, parce qu'en l'absence d'indication précise dans la loi de 1906, aussi bien que dans les règlements d'administration publique ou les circulaires, il paraît assez difficile de savoir quelle est l'étendue du monopole que le législateur a prévue pour l'éclairage électrique. Ce monopole doit-il rester limité à l'éclairage électrique seul, la ville restant libre en ce qui concerne les autres modes d'éclairage? Ou au contraire doit-il comprendre le service de l'éclairage sans distinction de moyens de production, comme le Conseil d'État l'a jugé pour les traités de concession d'éclairage au gaz? Ce sera au Conseil de Préfecture et au Conseil d'État à apprécier, lorsqu'ils se trouveront saisis de litiges concernant l'étendue du monopole concédé à une société de distribution d'électricité sous le régime du cahier des charges type. Et, s'il y a dans le traité de concession une clause relative à l'application des nouvelles découvertes, ce sera également aux tribunaux administratifs à décider si cette clause doit être considérée comme légale et exécutoire, en l'absence d'une approbation par décret en Conseil d'État.

La décision des tribunaux administratifs pourra tenir compte évidemment de la façon dont ces clauses sont rédigées; et, dans le cas où elles auraient pour effet de constituer à la charge du concessionnaire des cas de déchéance ou de rachat avec indemnité, ou même peut-être de perte du privilège d'éclairage électrique dans des conditions autres que celles prévues par le cahier des charges type, il y aurait plus de chances pour que ces clauses fussent considérées comme des dérogations qui auraient dû être approuvées par décret en Conseil d'État.

Le défaut d'approbation du Conseil d'État n'aurait d'autre effet que de faire considérer la clause comme inexistante.

Dans le cas où les tribunaux administratifs admettraient la présence de la clause relative aux nouvelles découvertes comme ne constituant en principe une dérogation au cahier des charges type, nécessitant l'approbation en Conseil d'État, ils auraient encore à apprécier si certaines conditions de ces clauses ne constitueraient pas des violations des règles d'ordre public, comme celles qui intéressent, par exemple, l'ordre des juridictions, ou la séparation des pouvoirs.

Il y a lieu d'observer que ni l'approbation de l'ingénieur en chef du contrôle, ni même celle du préfet ne sauraient empêcher le contrôle des Tribunaux administratifs à l'égard de la validité de clauses de ce genre, et que la nullité des conditions qui s'y trouvent pourrait toujours être prononcée par eux en dépit de ces approbations.

A raison de la nouveauté relative de la question, le Comité consultatif n'a connaissance d'aucune décision judiciaire relative à l'insertion de clauses visant l'application des nouvelles découvertes dans un cahier des charges de distribution d'éclairage électrique. Il ne connaît non plus ni circulaires ministérielles, ni autres documents officiels, pouvant éclairer cette question. C'est évidemment à cette absence d'indication juridique ou administrative qu'est due la réserve montrée à cet égard par l'Ouvrage de M. Sirey, sur les distributions d'énergie électrique; le Comité consultatif, tout en ne rejetant pas, en principe, la faculté d'insérer de telles clauses dans les cahiers des charges, ne peut qu'imiter la même réserve.

Sur une nouvelle question du même adhérent, le Comité consultatif, après en avoir délibéré, indique que la seule façon d'arriver à une certaine précision sur ce point est de poser la question au Conseil d'État.



Il faudrait pour cela insérer la clause de perfectionnement dans l'article 12 et demander l'approbation du traité par le Conseil d'État. Si l'on n'accomplit pas cette formalité, on sera toujours dans le doute, parce qu'on pourra toujours, à un moment donné, attaquer la validité de la clause, si elle n'est pas approuvée par le Conseil d'État.

Interprétation de police. — Un adhérent demande quels sont les droits et obligations des parties contractantes, au sujet des interruptions dans la fourniture du courant occasionnées par des cas de force majeure et leurs conséquences.

Dans le cas où une police pour fourniture de force motrice ne contient pas de clauses spéciales autres que celles de la durée de l'engagement réciproque et du prix du cheval-vapeur, il y a lieu, pour déterminer les droits et obligations des parties contractantes, de se reporter aux clauses du cahier des charges de la concession, qui réglementent d'une façon générale la fourniture du courant aux particuliers, et pour les éventualités non prévues au cahier des charges, ce sera le droit commun qui sera applicable, notamment les articles 1134 et suivants du Code civil, et plus spécialement les articles 1142, 1146, et 1147 pour les dommages-intérêts, l'article 1148 pour le cas de force majeure, l'article 1184 pour la résolution du contrat d'abonnement en cas d'inexécution des conventions, etc.

Aux termes de l'article 1148 du Code civil, il n'y a lieu à aucuns dommages-intérêts lorsque le débiteur a été empêché de donner ou de faire ce à quoi il était obligé, ou a fait ce qui lui était interdit. Par conséquent, en cas d'accident constituant force majeure, l'abonné n'a pas le droit de demander d'indemnités autres qu'une diminution de son prix d'abonnement, proportionnelle au nombre de jours d'arrêt dans la fourniture du courant; en effet, si le fournisseur peut se réclamer au cas de force majeure, pour refuser de payer une indemnité à l'abonné, il ne peut obliger ce dernier à payer du courant qu'il ne lui a pas fourni.

C'est au fournisseur qu'incombe la preuve du cas de force majeure par lui allégué.

Enregistrement. — Une Société adhérente demande si l'Administration de l'Enregistrement est en droit de réclamer un droit sur les redevances payées à l'Etat pour occupation du domaine public.

Réponse. — Une solution de l'administration de l'Enregistrement du 31 décembre 1903 (*Journal de l'Enregistrement*, 1908, p. 404) décide que les permissions de voirie constatées par des titres administratifs réguliers, en tant qu'elles investissent le permissionnaire d'un droit de jouissance sur le domaine public, doivent être soumises au timbre et doivent être enregistrées dans les 20 jours par application de l'article 78 de la loi du 15 mai 1878. La redevance serait considérée comme prix de location du domaine public et le droit de 0,20 pour 100 serait payable sur le montant de ce prix, multiplié par le nombre d'années pour lesquelles la permission est accordée.

C'est évidemment sur cette solution que l'administration de l'Enregistrement base sa nouvelle prétention de faire enregistrer les permissions de voirie au droit de 0,20 fr pour 100.

Or, d'après l'article 78 de la loi du 15 mai 1818, pour qu'il y eût lieu à enregistrement, il faudrait que l'acte administratif portât « transmission de jouissance » Dans le cas d'une permission de voirie accordée pour la pose de fils conducteurs d'énergie électrique, peut-on prétendre qu'il y a un acte administratif portant « transmission de jouissance »?

Nous ne le pensons pas.

En effet, les permissions de voirie accordées pour l'occupation du sol des voies publiques sont essentiellement *précaires et révocables;* elles peuvent être retirées sans aucune indemnité, à tout moment, si l'intérêt de la viabilité ou de la sécurité de la circulation l'exige; on ne saurait donc les assimiler à des transmissions de jouissance, garantissant cette jouissance à l'intéressé pour une durée déterminée.

En outre, les redevances perçues pour l'occupation du domaine public par les canalisations d'énergie électrique paraissent avoir le caractère de *taxes assimilées aux contributions indirectes*, plutôt que de prix de location (*voir* Sirey, *Guide des entrepreneurs de distribution d'énergie électrique*, 2e Partie, n° 185), au moins pour les redevances dues aux communes.

La prétention de l'Enregistrement à l'égard des permissions de voirie relatives à la pose de fils conducteurs d'énergie électrique nous paraît donc bien contestable; comme elle est récente, la Cour de Cassation ne s'est pas encore prononcée sur la question.

Nous ne pouvons donc garantir que dans le cas où la Société, ayant refusé de payer le droit de 0,30 fr pour 100, serait l'objet d'une contrainte de l'Enregistrement, son opposition à cette contrainte, si fondée qu'elle pourrait paraître, serait assurée du succès.

La Société pourrait toujours refuser le payement du droit, quant à présent, et attendre la contrainte, pour prendre une décision définitive.

Peut-être l'Administration, elle-même, hésitera-t-elle, en cas de résistance de la Société au payement du droit réclamé, à engager contre elle des poursuites dont le résultat pourrait paraître incertain.

Application de l'article 126 de la loi de finances. — Une Société adhérente demande la forme de la clause à introduire dans les contrats de concessions de tramways relativement aux conditions du travail et aux assurances ouvrières.

Le Comité consultatif ne connaît pas d'exemple à citer; il indique que la Société n'a qu'à proposer un règlement de caisse de retraites pour son personnel.

Communications diverses. — M. le Secrétaire dépose sur le bureau le numéro d'avril-mai-juin de la *Revue des Concessions départementales et communales* qui contient divers arrêts intéressants, notamment un arrêt de la Cour de Cassation du 8 novembre 1909; Vergnes et autres contre l'Etat, concession de canaux; des jugements du Tribunal civil, du 22 janvier 1910, Bénière et Cie du Nord-Sud, dommage causé à la propriété, dommages-intérêts; 17 février 1910, Barroul et Vaysse contre dame Leclère-Verdier, chemin de fer Nord-Sud, trouble de jouissance, dommages-intérêts, etc.

Le Comité consultatif s'ajourne au 10 octobre.

Contrat collectif de travail entre Syndicat patronal et syndicats ouvriers. — Force obligatoire. — Mandataires de la majorité. — Minorité obligée sauf démission.

(*Cour de Cassation. — Chambre civile.*)

La Cour,

Ouï M. le Conseiller Fabreguettes en son rapport et M. l'avocat général Mérillon en ses conclusions et après en avoir délibéré conformément à la loi;

Statuant sur le pourvoi de Lavalette contre un jugement du Tribunal civil de la Seine en date du 2 mars 1910;

Sur le moyen unique :

Attendu que pour fixer le taux des salaires de Fourmaud père et fils, le premier ouvrier maçon, le deuxième aide-maçon, au service de Lavalette, entrepreneur de maçonnerie à Paris, le jugement attaqué se fonde sur une convention passée, pour mettre fin à une grève, le 11 septembre 1909, entre les délégués de la Chambre syndicale des entrepreneurs de maçonnerie de la Ville de Paris et du département de la Seine, et ceux de la Chambre syndicale des ouvriers de la Maçonnerie;

Attendu que Lavalette, qui fait partie de la susdite Chambre syndicale des entrepreneurs, soutient uniquement, à l'appui de son pourvoi, que Villemin, Président de cette Chambre, avait passé la convention, d'accord avec les seuls membres du bureau, et que vainement il avait cherché à la faire ratifier dans une réunion ordinaire, à laquelle n'avait participé qu'une infime minorité;

Mais attendu que le jugement attaqué constate, d'une part,

que les délégués étaient les mandataires réguliers de la majorité; qu'il déclare, à bon droit, que la convention conclue par eux, au nom de tous les membres du syndicat, oblige même ceux qui, faisant partie de la minorité, comme Lavalette, ont cependant continué à adhérer au Syndicat et n'ont pas manifesté, par une démission, leur volonté de reprendre leur liberté d'action;

Que le jugement précise, d'autre part, qu'aucune convention individuelle dérogeant au contrat collectif n'était intervenue entre Lavalette et les consorts Fourmaud;

D'où il suit qu'en statuant comme il l'a fait, le Tribunal civil de la Seine n'a violé aucun texte de loi;

Par ces motifs,

Rejette le pourvoi.

(*Communiqué par M.* G. Mayer)

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Compagnie centrale d'éclairage et de transport de force par l'électricité (Compagnie d'électricité de Limoges). — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 27 avril 1910, nous extrayons ce qui suit :

Nos recettes totales d'éclairage et de force motrice pour l'exercice 1909 se sont élevées à la somme de 908552,80 fr, soit à Limoges, 874152,80 fr; à Lubersac, 7561,25 fr; à Brive, 26838,75, ensemble 908552,80 fr., contre, en 1908, 876140,90 fr, d'où il résulte une augmentation en 1909 de 32411,90 fr, tandis que l'augmentation de 1908 sur 1907 avait été de 24290,65 fr.

Nos dépenses d'exploitation se sont élevées en 1909 à 281123,08 fr contre, en 1908, 291504,98 fr, d'où une diminution en 1909 de 10381,90 fr. Les bénéfices d'exploitation s'élèvent ainsi en 1909 à 627429,72 fr contre, en 1908, 584635,92 fr, ce qui constitue une augmentation en 1909 de 42798,80 fr, tandis que l'augmentation des bénéfices d'exploitation de 1908 sur 1907 avait été de 36348,47 fr.

L'augmentation des bénéfices d'exploitation (42798,80 fr) continue à être supérieure à l'augmentation des recettes elles-mêmes (32411,90 fr).

ANNÉES.	RECETTES d'éclairage et de force motrice.	RECETTES diverses.	RECETTES totales.	DÉPENSES d'exploitation.	FRAIS d'administration.	SERVICE financier.	DÉPENSES totales.	PERTES.	BÉNÉFICES nets.
1898	71323,30	»	71323,30	84523,10	»	»	»	13199,80	»
1899	133194,80	2700 »	135894,80	90473,88	25900,94	»	116374,82	»	19519,98
1900	236663,50	10123,95	246787,45	136594,25	27397,46	76620 »	240611,71	»	6175,74
1901	336641,65	6438,20	343079,85	174366,17	35326,03	83277,50	292969,70	»	50110,15
1902	383049,40	1400,85	384450,25	183430,13	39439,53	97200, »	320069,66	»	64380,59
1903	496641,35	10594,15	507235,50	211702,60	39989,66	117185, »	368877,26	»	138358,24
1904	641409,35	13065,42	654474,77	291184,88	42632,70	120406,30	454223,88	»	200250,89
1905	716128,20	10366,70	726494,90	263808,30	42670,42	136075 20	442553,92	»	283940,98
1906	770140,65	10603,72	780744,37	291590,40	31721, »	157247,30	480558,70	»	300185,67
1907	851850,25	11132,81	862983,06	305925,05	30879,10	175105, »	511909,15	»	351073,91
1908	876140,90	17989,62	894129,92	291504,98	33277, »	184653,15	509435,13	»	384694,79
1909	908552,80	12644,25	921197,05	281123,08	32962,75	198323,37	512409,20	»	408787,85

Le nombre d'abonnés branchés sur le réseau était, au 31 décembre 1909, de : à Limoges, 2163; à Lubersac, 109 contre au 31 décembre 1908 : à Limoges, 1964; à Lubersac, 99 : ce qui constitue pour 1909 une augmentation de 209 abonnés.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1909.

Actif.

	fr
Apport suivant statuts	500000 »
Premier établissement	7304192,87
Compteurs	79481 »
Mobilier	8462,65
Marchandises en magasin	85238,10
Débiteurs divers	288280,45
Caisses et banques	339924,43
Primes de remboursement sur obligations	2038266,05
Impôts sur titres	17577,85
	10661423,40

Passif.

Capital	2850000 »
Obligations	6293500 »
Réserves	724107,19
Créditeurs divers	224997,71
Comptes d'ordre	25896,90
Profits et pertes	542921,60
	10661423,40

PROFITS ET PERTES.

Débit.

Dépenses d'exploitation	281123,08
Dépenses d'administration	32962,75
	314085,83
Service des obligations	198323,37
	512409,20
Balance	542921,60
Total	1055330,80

Crédit.

Recettes d'exploitation	908552,80
» diverses	12644,25
	921197,05
Report des exercices précédents	134133,75
Total	1055330,80

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France [1]. — *Indes Néerlandaises.* — Modification du tarif douanier des Indes Néerlandaises relativement à l'entrée des machines électriques, moteurs, etc.

[1] Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat du Syndicat des Industries électriques, 9, rue d'Edimbourg.

Suède. — Mouvement commercial industriel et maritime de la Suède en 1908.

Italie. — Situation économique et agricole de la province de Bologne en 1909.

République Argentine. — Débouchés offerts au commerce français par le marché argentin.

— Orientation économique de la République Argentine. — Caractère du marché. — Son importance. — Conditions du succès commercial de la France.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique.

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».			CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE.		
	£	sh	d	£	sh	d
8 juin 1910	56	11	3	59	»	»
9 » »	55	17	6	58	15	»
10 » »	55	15	»	58	5	»
13 » »	55	5	»	57	15	»
14 » »	54	12	6	57	10	»
15 » »	54	13	9	57	10	»
16 » »	54	8	9	57	5	»
17 » »	54	17	6	57	10	»
20 » »	55	10	»	57	15	»
21 » »	55	»	»	57	15	»
22 » »	55	»	»	57	15	»
23 » »	54	16	3	57	15	»
24 » »	55	»	»	57	15	»
27 » »	54	15	»	57	5	»
28 » »	54	5	»	57	10	»
29 » »	54	8	9	57	10	»
30 » »	54	13	9	57	10	»
1er juill. »	54	12	6	57	15	»
4 » »	54	15	»	57	15	»
5 » »	54	12	6	57	10	»
6 » »	54	7	6	57	5	»
7 » »	54	10	»	57	5	»
8 » »	54	7	6	57	5	»
11 » »	54	7	6	57	»	»
12 » »	53	5	»	56	10	»
14 » »	53	7	6	56	10	»
15 » »	53	7	»	56	10	»
18 » »	53	17	6	57	»	»
19 » »	53	8	9	56	15	»
20 » »	53	8	9	56	15	»
21 » »	54	5	»	57	10	»
22 » »	54	17	6	57	10	»
25 » »	54	5	»	57	5	»
26 » »	54	2	6	57	5	»
27 » »	53	18	9	57	5	»
28 » »	55	»	»	57	10	»
29 » »	55	6	3	57	15	»
2 août »	55	6	3	58	»	»
3 » »	55	12	6	58	»	»
4 » »	55	5	»	57	15	»
5 » »	55	2	6	57	15	»
8 » »	55	2	6	57	15	»

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

EXPOSITIONS.

L'ouverture de l'Exposition internationale des applications d'électricité aux chemins de fer, fixée, comme nous l'avions annoncé, pour l'automne de cette année (1910), est ajournée jusqu'au 15-28 avril de l'année prochaine (1911), par suite de la décision prise par la Société Impériale Technique Russe de reporter cette ouverture à la célébration des 75 années d'existence des voies ferrées en Russie.

Le programme et le règlement pour ladite Exposition restent sans aucune modification. Les demandes d'emplacement doivent être adressées, 24, rue Sadovaya, Saint-Pétersbourg, avant le 15-28 février 1911.

ÉCOLES.

Institut électrotechnique de Grenoble. — Les élèves dont les noms suivent ont été proposés pour le diplôme d'ingénieur électricien :

MM. les capitaines d'artillerie Dyrion et Vaillant.

MM. Abras, de Barrau, Baud, Bérastégui, Bercier, Bonneton, de la Brosse, Canaby, Capponi, Carron, Castex, Chauvet, Cerilli, Corbeaux, Crétinon, Créton, Debas, Delaire, Desbenoit, Émonet, Eutrope, Falque (Paul), Falque (Pierre), Flament, Fribourg, Gaudot, Gerin, Grelier, Hunsinger, Jouanin, Juret, Lauthier, Lomont, Lordereau, Mage, Mandrelli, Martel, Marty, Massot, de Montgolfier, Motte, Mourard, Payen, Peyrouse, Poncet, Protar, Rattonetti, Rauzier, Raymond, Richard, Rivail, Roquel, Roux, Saint-Jacques, Sauer, Sauvaige, Tirant, Vigouroux, Voisin.

INFORMATIONS DIVERSES.

Transmission. — TRANSMISSION D'ÉNERGIE A 88000 VOLTS, DE PESCARA A NAPLES. — Suivant l'*Elettricista*, une partie de l'énergie hydraulique du Pescara, dérivée par la Société électrochimique italienne, va être prochainement affectée à l'alimentation de Naples, au moyen d'une ligne qui se rendra de Torre dei Passeri (province de Teramo) à Naples, transportant environ 27000 chevaux. Cette ligne aura un développement, jusqu'ici inconnu dans toute l'Europe, d'au moins 200 km. La tension sera élevée à 88000 volts. Tout le matériel de cette installation doit être construit en Italie.

Traction. — PROJET D'EXTENSION DU MÉTROPOLITAIN DE BERLIN. — Le rapport présenté à l'Assemblée générale de la Société exploitante signale qu'on a mis au point les études de nouveaux prolongements des lignes en service dans la direction des quartiers du sud-ouest de Berlin qui formeront avec les lignes existantes deux grandes transversales allant l'une du Warschemerplatz au Wittenbergerplatz, l'autre du nord de Berlin au Spittelmarkt, avec des prolongements vers la Bismarkstrasse et Charlottenburg. Lorsque ces lignes nouvelles seront terminées, le métropolitain aura 28 km de lignes en exploitation. Le rapport expose ensuite le programme des travaux, qui comprendront un tunnel sous la Sprée et devront être achevés en 1915.

LES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES EN ALLEMAGNE EN 1908. — D'après des données statistiques récemment publiées, en 1908, l'Allemagne comptait 251 lignes de tramways avec 4032 km de lignes en exploitation, soit une augmentation de 4 pour 100 sur 1907; 204 ou 80 pour 100 de ces tramways utilisaient alors la traction électrique : on ne comptait que 21 tramways à chevaux et 14 à vapeur. Le nombre total des moteurs électriques s'élevait à 10368 contre 9908 en 1907 et celui des locomotives électriques à 58 unités. Au premier rang figurent les grands tramways électriques de Berlin avec 2544 voitures; ils ont transporté en 1908 à peu près 397 millions de voyageurs au moyen de 91 millions de voitures kilomé-

triques. On a eu en 1908, par voiture kilométrique : à Berlin, une moyenne de 4,4 voyageurs; pour toute l'Allemagne, une moyenne de 3,6 voyageurs.

Au point de vue du rendement, la situation a été la suivante pour l'année examinée : Sur 154 tramways prussiens, 19 n'ont réalisé aucun bénéfice net; 10 ont obtenu 1 pour 100 du capital de premier établissement; 13 jusqu'à 2 pour 100; 8 jusqu'à 3 pour 100; 16 jusqu'à 4 pour 100; 23 jusqu'à 50 pour 100; 58 de 5 à 10 pour 100; 7 plus de 10 pour 100. Le dividende le plus élevé, servi aux actionnaires, a été de 20 pour 100. C'est à Francfort-sur-Main que le public fait le plus largement usage des tramways : en 1908 on y a compté 2200000 voyageurs par 10000 habitants. Pour tout l'Empire, la recette moyenne, par voyageur transporté, a varié entre 9,87 et 13,75 centimes.

Radiotélétransmission. — LA TRANSMISSION DE L'HEURE AUX NAVIRES PAR LES ONDES HERTZIENNES. — Dans une récente séance de l'Académie des Sciences, M. H. Poincaré donnait sur cette récente application des ondes hertziennes, dont l'idée est due au lieutenant de vaisseau Tissot, les renseignements suivants :

M. Tissot a pensé que d'un poste radiotélégraphique suffisamment puissant, on pourrait envoyer à de très grandes distances aux navires en mer des signaux quotidiens qui leur permettraient de régler leur montre et même de se passer de chronomètre. Il a même construit des appareils récepteurs, dont le prix très modique et fort inférieur à celui d'un chronomètre, dont le maniement est facile et qui pourraient être facilement acquis, même par les caboteurs.

Le Bureau des Longitudes en confia l'étude à M. le commandant Guyou qui démontra que la réalisation de cette idée était possible, et l'on put obtenir sans peine des Pouvoirs publics les crédits nécessaires, en même temps que le concours de l'Observatoire et du Service radiotélégraphique militaire de la Tour Eiffel.

Depuis le 23 mai, du poste de la Tour Eiffel, de 11 h 59 m à 11 h 59 m 55 s, on envoie une série de traits à titre d'avertissement; à minuit 0 m 0 s, un signal court est envoyé automatiquement par la pendule. De minuit 1 m 0 s à minuit 1 m 55 s, nouvelle série d'avertissements comprenant un trait, deux points, un trait, deux points, etc.; à minuit 2 m 0 s, nouveau signal court automatique. De minuit 3 m 0 s à minuit 3 m 55 s, troisième série d'avertissements comprenant un trait, quatre points, etc.; à minuit 4 m 0 s, dernier signal court automatique.

De cette façon, les navires auxquels le premier signal aurait échappé recevront l'un des deux derniers, et grâce à la différence des séries d'avertissement, aucune confusion ne sera à craindre.

LES POSTES DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL DANS L'AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE. — La télégraphie sans fil est susceptible de rendre de grands services dans les régions immenses et peu peuplées des grandes colonies telles que l'Afrique occidentale française, où les communications télégraphiques entre des points éloignés sont très utiles, sans qu'on puisse engager les frais énormes d'établissement et d'entretien d'un fil.

Aussi le Gouvernement de l'Afrique occidentale française a-t-il fait installer plusieurs postes côtiers de télégraphie sans fil, sur lesquels on trouvera quelques renseignements dans *Omnia*, du 28 mai.

Le poste de Port-Étienne, dans la baie du Lévrier, à mi-distance du Sénégal et du Maroc, et celui du Rufisque, près Dakar, sont capables de communiquer avec celui de Casablanca, au Maroc, d'où l'on peut entrer en relation avec celui de la Tour Eiffel.

Les antennes sont des nappes de fils tendues entre les câbles qui relient les sommets de pylônes en acier, et descendent en éventail jusqu'au poste proprement dit. Celui-ci emprunte son énergie à un moteur à pétrole lampant.

Le récepteur est pourvu d'un détecteur électrolytique. La longueur d'onde est de 900 m à Port-Étienne, de 1100 m à Rufisque.

Il existe d'autre part, à Dakar, un poste côtier à petite portée, destiné surtout à communiquer avec les paquebots qui annoncent leur arrivée, et c'est pour ce motif qu'on a reporté à Rufisque le grand poste primitivement prévu à Dakar.

Malgré certaines perturbations dues aux courants telluriques, aux changements de température, qui sont particulièrement nuisibles dans les régions tropicales, les postes de Port-Étienne et de Rufisque fonctionnent bien et communiquent à plusieurs milliers de kilomètres.

On prévoit la construction de postes analogues à Konakry (Guinée française), à Monravia (République de Libéria), à Kotonou (Dahomey), de sorte que cette partie de la côte occidentale du continent africain serait bien jalonnée et deviendrait beaucoup plus sûre.

Électrochimie et Électrométallurgie. — LA PRODUCTION MONDIALE DU CARBURE DE CALCIUM. — La puissance des usines établies en vue de la fabrication du carbure de calcium atteint actuellement 360000 chevaux. La Suède, la Norvège, les Etats-Unis et le Canada viennent en tête avec des puissances variant entre 70 000 et 52 000 chevaux, l'Italie avec 46000 chevaux, la France avec 35000 chevaux, l'Espagne avec 20 000 chevaux, l'Allemagne avec 9700 chevaux, l'Angleterre avec quelques centaines seulement; pourtant on construit en ce moment une usine de 25 000 chevaux en Écosse. Le Japon et l'Argentine possèdent quelques petites fabriques.

Ces usines pourraient produire 300 000 tonnes de carbure de calcium. Elles n'en fournissent que 20 000 tonnes. L'Allemagne ne produit que le quart de sa consommation, l'Angleterre le onzième. La Norvège exporte presque tout ce qu'elle produit. Elle peut produire de 80 000 à 90 000 tonnes de carbure chaque année.



Tome XIV. N° 160. — 30 août 1910.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Ainsi que nous l'avons antérieurement annoncé, le Comité électrotechnique belge avait pris l'initiative de réunir à Bruxelles les membres des divers Comités électrotechniques de l'Étranger en vue de préparer le travail de la réunion officielle de la **Commission électrotechnique internationale** qui doit avoir lieu l'an prochain. Cette réunion préparatoire s'est tenue du 8 au 13 août; nous allons en résumer sommairement les travaux (1).

Auparavant toutefois rappelons les origines de cette Commission électrotechnique internationale, origines que nous avons d'ailleurs déjà indiquées en rendant compte de la première réunion de cette Commission à Londres en octobre 1908 (2).

C'est au Congrès international d'Électricité, réuni à Saint-Louis, que revient l'honneur de la création d'une Commission électrotechnique permanente en vue de continuer l'œuvre des Congrès antérieurs en ce qui concerne l'unification de la nomenclature employée par les électriciens, celle des méthodes d'essais qu'il convient d'adopter, et jusqu'à un certain point l'unification des tensions et fréquences utilisées, ainsi que des pièces de machines et appareils. Le colonel Crompton fut spécialement chargé de prendre les mesures nécessaires à la mise à exécution de cette délibération (1).

L'année suivante, le colonel Crompton réunissait les représentants de diverses sociétés anglaises d'ingénieurs et, en 1906, l'Institution of Electrical Engineers conviait les sociétés électrotechniques à une réunion préparatoire qui eut lieu à Londres, le 26 juin 1906 (2). Dans cette réunion furent discutés les statuts de la Commission électrotechnique internationale, statuts qui prévoyaient la création dans chaque pays d'un Comité national chargé d'étudier les questions soumises à la Commission internationale et de nommer les délégués dont l'ensemble forme cette Commission. Ces Comités nationaux furent constitués, dans les principaux pays, pendant les années 1907 et 1908, et en octobre 1908 la Commission électrotechnique internationale pouvait se constituer définitivement et commencer ses travaux.

Revenons maintenant à la réunion officieuse qui vient d'avoir lieu à Bruxelles, en vue de préparer le

(1) Un compte rendu détaillé a été donné par l'un des membres du Comité britannique dans les colonnes de notre confrère anglais *The Electrical Times* des 11, 18 et 25 août, p. 116, 137 et 158.

(2) *La Revue électrique*, t. X, 15 nov. 1908, p. 329.

(1) Pour le compte rendu des délibérations du Conseil de Saint-Louis, voir *La Revue électrique*, t. II, 30 octobre 1904, p. 254.

(2) La Société internationale des Électriciens était représentée à cette réunion par MM. Boucherot, David et Janet,

travail de la réunion officielle de l'an prochain (1).

La réunion de Bruxelles tint quatre séances. Onze comités s'y trouvaient représentés (2).

Au début de la première séance (lundi 8 août), M. le professeur Éric Gerard souhaite la bienvenue aux membres étrangers qui ont répondu à l'invitation du Comité belge. La réunion procède ensuite à la nomination de son président; à l'unanimité, M. Eric Gerard est élu. Puis le colonel Crompton lit son rapport sur les travaux de la Commission depuis la réunion de 1908 et signale qu'actuellement 16 nations font partie de la Commission, alors qu'en 1908 il n'y en avait encore que 10; il exprime en outre ses remercîments à M. Janet pour la belle notice qu'il a écrite sur *la vie et les œuvres de E. Mascart*, et exprime l'espoir qu'une notice nécrologique sur Lord Kelvin, due au Dr Silvanus-P. Thompson, sera prochainement distribuée aux membres de la Commission.

La réunion procède ensuite à la discussion des travaux concernant le vocabulaire qui, d'après la décision prise par la Commission, doit venir en première ligne des travaux, afin que tout le monde soit bien d'accord sur les significations des termes qui seront ultérieurement utilisés dans les décisions. Ce travail considérable a été commencé par plusieurs comités, en particulier par le Comité anglais et par le Comité français qui ont déjà publié le vocabulaire jusqu'à la lettre E, par le Comité italien et par le Comité japonais. A ce sujet, le Dr Budde dit que son Comité a trouvé que la classification alphabétique est défectueuse et que le travail entrepris par les divers Comités dont il vient d'être question demanderait un temps considérable pour être mené à bonne fin et ne pourrait être terminé pour la prochaine réunion de la Commission. Au nom du Comité allemand, il propose donc de réduire le vocabulaire à une liste d'environ 80 mots dont il distribue une copie. Cette proposition est l'objet d'une vive discussion qui montre que si tout le monde est d'accord sur la nécessité de définir les mots techniques d'après leur ordre logique et non d'après leur ordre alphabétique (1), la plupart des membres présents sont d'avis que la liste proposée par le Comité allemand est notoirement insuffisante et qu'on ne peut adopter la proposition de ce Comité que comme provisoire, laissant aux Comités nationaux la liberté de terminer leur travail comme ils l'ont commencé, conformément aux décisions prises à Londres. C'est un vœu dans ce sens qui, après nouvelle discussion, fut adopté dans la troisième séance du mardi 9 août après-midi. Il fut aussi entendu qu'en vue de gagner du temps, les Comités nationaux pourraient entrer en communication directe pour l'établissement de leurs vocabulaires, le Comité central n'étant informé du résultat des travaux qu'après que plusieurs Comités nationaux se seront mis d'accord. En outre, il fut convenu que, au moins pour les 80 mots de la liste du Comité allemand, le travail devra être terminé en mars ou avril prochain, afin qu'il puisse être soumis à la réunion officielle de 1911.

La seconde question soumise à la réunion était celle des symboles. Sa discussion commencée dès la première séance se continua, comme celles de la question du vocabulaire, pendant les deux séances suivantes. Finalement on adopta six des propositions faites par M. Boucherot au nom du Comité français, savoir : 1° emploi des lettres minuscules pour représenter les grandeurs électriques variables avec le temps; 2° des majuscules pour les valeurs efficaces de ces grandeurs variables, ainsi que les valeurs

(1) La réunion de Londres de 1908 avait choisi Berlin comme siège de la réunion de 1911. Les sociétés électrotechniques italiennes ayant décidé de réunir un Congrès international d'Electriciens à Turin à l'occasion de l'Exposition qui se tiendra dans cette ville l'an prochain, le Comité électrotechnique italien engagea des pourparlers avec le Comité allemand pour que la réunion de la Commission internationale coïncidât avec celle du Congrès. Cette question ayant été soulevée à l'une des séances de la réunion de Bruxelles par M. Semenza, le Dr Budde, délégué allemand, fit savoir que son Comité partageait entièrement les vues du Comité italien et qu'il était tout disposé à transférer à Turin le siège de la prochaine réunion de la Commission si toutefois aucune objection n'est faite par le Gouvernement allemand.

(2) Voici les noms des représentants par nationalités :

Allemagne : Dr E. Budde, président du Comité allemand.

Autriche : Seidener.

États-Unis d'Amérique : Dr A.-E. Kennely, président du Comité ; Scott.

France : Armagnat, Blondin; Boucherot, délégué; David, secrétaire.

Grande-Bretagne : Siemens, président de Comité ; major O'Meara, Duddell, Egcumbe, Hammond, Patchell, Rowell.

Hollande : Julius, Smit.

Italie : Ascoli, Semenza, Verole.

Japon : Nagaoka.

Suisse : Tauber.

Belgique : La Belgique était représentée par la plupart des membres du Comité belge; savoir : Eric Gerard, président ; Halleux, Léon Girard de L'Hœst, vice-présidents; Omer de Bast et Hanssens, secrétaires techniques; Mettewie, secrétaire administratif; Creplet, d'Hoop, Françoise, Gevaert, Gillon, Hanappe, Jaspar, Lacomblé, Nemery, Piérard, Van de Wiel, Uytborck, etc.

Étaient en outre invités à titre personnel : Larmoyer, président du Comité scientifique de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut Montefiore ; Robertson, secrétaire du Engineering Standards Committee; le colonel Crompton, secrétaire honoraire de la Commission électrotechnique ; Le Maistre, secrétaire général de cette Commission.

(1) En fait, l'ordre logique a dû être adopté par les Comités anglais, français et italien, pour donner des définitions ne présentant pas de cercles vicieux, et l'ordre alphabétique n'a été adopté que pour le classement de ces définitions.



des grandeurs constantes; 3° des capitales affectées de l'indice *m* pour les valeurs maxima des grandeurs périodiques; 4° des capitales surmontées d'un trait horizontal pour les grandeurs vectorielles; 5° des capitales de ronde pour les grandeurs magnétiques continues ou variables (¹); 6° des capitales de ronde avec l'indice *m* pour les valeurs maxima des grandeurs magnétiques variables (²). Sur la proposition du Comité britannique, on adopta également les symboles E et *e* pour la force électromotrice, Q et *q* pour la quantité d'électricité, L et *l* pour le coefficient d'induction, 𝔅 pour l'induction magnétique, μ pour la perméabilité, L et *l* pour la longueur, M et *m* pour la masse, T et *t* pour le temps.

Une troisième question examinée est celle du choix d'un sens de rotation pour les vecteurs. Considérant que le sens inverse des aiguilles d'une montre est celui qui est le plus souvent adopté en électricité et qu'il est d'ailleurs le seul employé en trigonométrie, la réunion était d'avis de faire choix de ce sens. Toutefois, sur la demande de M. Kennelly, la question a été réservée jusqu'à la prochaine réunion de la Commission afin de permettre au Dr Steinmetz de développer ses vues à ce sujet.

La dernière question d'ordre technique soumise à la réunion était les prescriptions concernant les machines électriques. Divers points de cette question se trouvaient explicitement indiqués à l'ordre du jour. Mais en raison de sa complexité, des importants intérêts commerciaux que cette question met en jeu, la réunion a cru devoir se borner à un seul point : la définition précise de ce qu'on entendra par puissance d'une machine électrique génératrice et par puissance d'un moteur. Encore, sur la demande de M. Boucherot qui fit observer combien la définition était délicate pour les machines à courants alternatifs fournissant ou utilisant du courant déwatté, dut-on se contenter de donner une définition s'appliquant aux machines à courant continu. Comme il était naturel, la puissance d'une génératrice a été définie comme étant le produit de la différence de potentiel à ses bornes par le courant qu'elle fournit, et la puissance du moteur comme étant celle mesurée à l'endroit où elle est utile, par exemple la poulie ou l'arbre (¹). Mais si naturelle que puisse paraître une telle définition, elle n'en était pas moins utile, puisque sur certains catalogues la puissance d'une génératrice est évaluée d'après la puissance mécanique qui lui est fournie et la puissance d'un moteur d'après la puissance électrique qu'il absorbe.

A propos de cette question, notons avec plaisir que le cheval-vapeur n'a guère de partisans parmi les électriciens et que les ingénieurs mécaniciens eux-mêmes sont forcés de convenir que le kilowatt est aussi apte à exprimer une puissance mécanique qu'une puissance électrique.

La fin de la dernière séance (mercredi 10 août) fut occupée par les allocutions : du président, Eric Gerard; du secrétaire honoraire, colonel Crompton; du secrétaire général Le Maistre et d'un représende chaque nation. Comme l'ont fait remarquer les divers orateurs, la réunion de Bruxelles, bien qu'officieuse et peut-être parce que officieuse, est loin d'avoir été stérile et constitue une excellente préparation au travail de la réunion officielle de la Commission. Elle marque aussi une nouvelle étape du développement du système décimal C. G. S., car, sauf une ou deux exceptions, les membres anglais présents ne cachaient pas leurs préférences pour ce système. Enfin, comme le faisait remarquer M. Eric Gerard, elle constitue une nouvelle consécration des idées si claires et si justes de notre regretté confrère Hospitalier sur la nomenclature et les symboles électriques.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des travaux techniques de la réunion de Bruxelles. Mais il est passé dans les habitudes internationales d'agrémenter les séances techniques de visites et banquets. Les Belges, dont l'hospitalité est proverbiale, ne pouvaient manquer de suivre la tradition; et ils l'ont fait avec une courtoisie et une munificence

(¹) Comme l'a fait observer M. Boucherot lui-même, les règles des notations des grandeurs magnétiques présentent une légère divergence avec celles des notations des grandeurs électriques. Pour la faire disparaître, il faudrait créer des minuscules de ronde pour les valeurs instantanées des grandeurs magnétiques. Ce serait là une complication que ne justifie pas l'emploi très restreint qu'on fait des valeurs instantanées des grandeurs magnétiques.

(²) Les autres propositions du Comité français étaient : 7° emploi des minuscules grecques pour les angles et en général pour les grandeurs sans dimensions (réserves faites pour μ et ρ qui ont, dès maintenant, une signification internationale); 8° emploi d'indices pour distinguer les valeurs dans divers états d'une même grandeur; 9° emploi exclusif des exposants pour indiquer les puissances; 10° emploi de la virgule, à l'exclusion du point pour séparer les unités des décimales; 11° emploi du signe $\times$ à l'exclusion du point comme signe de multiplication; 12° emploi du trait horizontal à l'exclusion du trait incliné ou des deux points comme signe de la division.

Bien que ces six propositions aient été accueillies avec faveur par la réunion, celle-ci a pensé qu'il serait prématuré d'émettre un vœu pour leur adoption par la Commission.

(¹) Nous ne pouvons donner le texte exact de ces définitions en langue française, ce texte n'étant pas complètement mis au point lors de la fin de la réunion. Comme il a été fait remarquer par divers membres, le texte français, quoique identique comme sens au texte anglais, n'en est pas la traduction correcte. Mais ce sont là des questions de mots sur lesquelles les comités locaux sont autorisés à se mettre directement d'accord avant la réunion officielle.

dont on ne saurait trop les remercier. Dès la veille de l'ouverture de la réunion, les représentants des Comités étaient conviés à une soirée dans les artistiques salles de l'Hôtel de Ville; le lendemain, au sortir de la première réunion, ils étaient conviés à un excellent déjeuner, au restaurant du Chien-Vert, aujourd'hui, hélas, le seul vestige de ce qui était la grande kermesse de l'Exposition. Le mardi, la séance du soir était suivie d'une visite du Musée de Tervueren où sont rassemblées les plus belles toiles des peintres flamands. Le jeudi, excursion à Liége, promenade sur la Meuse pour aller à Seraing, où après la visite des usines Cockerell, le directeur, M. Greiner, nous offraient à déjeuner; l'après-midi du même jour, visite de l'Institut électrotechnique Montefiore, agrémentée d'une conférence de M. Eric Gerard sur les décharges électriques dans le vide, et suivie d'une réception dans l'Hôtel des Ingénieurs sortis de cet Institut. Le lendemain, excursion à Charleroi, où MM. Françoise et Empain nous font visiter en détail les anciens et nouveaux bâtiments des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi avant de nous offrir un succulent déjeuner et de nous conduire en automobiles aux sièges d'extraction des Charbonnages de Baulet et de Velaines. Enfin, samedi, excursion à Anvers, réception à l'Hôtel de Ville, promenade sur l'Escaut permettant de voir les grandioses installations maritimes, puis clôture de la réunion par un nouveau banquet au restaurant du Paon-Royal, dans le magnifique jardin zoologique dont Anvers est si fier, à juste titre.

En terminant ce compte rendu, nous nous permettrons donc de nous associer personnellement aux remercîments qui, dans de nombreux toasts, ont été adressés aux membres du Comité électrotechnique belge. A tous points de vue, la réunion a été des mieux réussies et ses organisateurs méritent les plus entières félicitations.

*
* *

Avant de nous rendre à Bruxelles, nous assistions au **Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences**, qui eut lieu à Toulouse, du 30 juillet au 8 août. Comme chaque année, nous nous proposions de donner ici un compte rendu de ce Congrès; la place nous manquant aujourd'hui, nous renvoyons ce compte rendu au prochain numéro.

*
* *

Parmi les articles publiés dans ce numéro, nous devons appeler particulièrement l'attention du lecteur sur celui que consacre M. G. Sauveau à **l'état actuel de la commande électrique des laminoirs** (p. 131).

Comme le fait remarquer l'auteur, le problème de la commande des laminoirs réversibles présente des difficultés très sérieuses en raison de la puissance des installations (10000 à 15000 chevaux) et de l'importance des masses en mouvement dont il faut, à des intervalles de quelques secondes, renverser le sens de rotation. Un problème du même genre s'était déjà posé lors de l'application de l'électricité aux machines d'extraction de mines, mais la puissance de ces machines ne dépasse guère 1500 à 2000 chevaux et dès lors la solution du problème de l'extraction présentait des difficultés un peu moins grandes que celui du laminage. On verra toutefois que l'un et l'autre problème comportent une solution commune : l'emploi du système électrique Ward-Léonard pour la mise en marche et le réglage de la vitesse du moteur électrique avec adjonction d'un lourd volant pour maintenir dans des limites acceptables les variations de la puissance électrique à fournir par l'usine génératrice malgré les à-coups considérables de la puissance exigée par le laminoir.

Une autre constatation qui ressort de la lecture de cet article est que les métallurgistes français sont entrés résolument dans la voie du progrès. Les installations de laminoirs, réversibles ou non réversibles, sont en effet déjà assez nombreuses en France et tout fait prévoir que leur accroissement, lié à la construction des grandes centrales à gaz de hauts fourneaux ou de fours à coke, deviendra de plus en plus marqué. Il y a donc lieu d'espérer que la métallurgie offrira sous peu un vaste débouché à l'industrie électrique.

A la fin de l'article de M. Sauveau on trouvera un complément sur les laminoirs non réversibles, auxquels était consacrée la partie de l'article publiée il y a 15 jours. Dans ce complément sont signalés les installations faites par la Compagnie anonyme Westinghouse ; l'une d'elles, celle de la Société métallurgique de l'Ariège, est l'objet de quelques détails.

*
* *

On sait que dans la pratique télégraphique on emploie fréquemment des appareils répétiteurs ou translateurs chargés d'envoyer automatiquement à un poste C les signaux qui, émis par un poste A, sont parvenus à un poste intermédiaire B; on met ainsi en communication les postes A et C qui, pour des raisons économiques, ne sont pas reliés par une ligne directe, ou qui, quoique directement reliés, sont trop éloignés pour que les signaux émis par l'un parviennent à l'autre avec une intensité suffisante.

Toutefois cette disposition n'est pas sans inconvénient : elle oblige l'employé du poste intermédiaire à surveiller constamment le fonctionnement des translateurs, tant pour s'assurer que ce fonctionnement est satisfaisant que pour reconnaître le moment où cessent les échanges de signaux entre A et C et rétablir alors les connexions du poste B avec A et avec C dans leur état normal. Or cette surveillance constante devient une cause de dépenses considérables dans les grands bureaux que leur situation géographique a conduit à choisir pour y installer de nombreux translateurs pour communications à longue portée ; elle est d'ailleurs encore onéreuse, même relativement plus onéreuse, dans les petits bureaux qui sont normalement mis hors circuit à cause du peu de télégrammes à y faire parvenir.

Cet inconvénient se trouverait nécessairement amoindri si la mise en circuit ou hors circuit des appareils de surveillance du translateur du poste intermédiaire pouvait être réalisée automatiquement de l'un quelconque des postes extrêmes. C'est précisément cette double opération automatique que réalisent les **relais à action différée** décrits par M. HENRY, page 144.

Comme le fait remarquer l'auteur, le service que doivent remplir ces relais est analogue à celui que remplissent les relais à action différée utilisés dans les installations industrielles à fort courant. Il y a toutefois une différence : tandis que les relais industriels doivent fonctionner lors d'une augmentation du courant au-dessus de sa valeur normale de trop grande durée, les relais télégraphiques doivent fonctionner avec l'intensité de courant normale. Il faut en effet que ces derniers maintiennent le translateur en circuit tant que des signaux normaux traversent l'appareil et ne le mettent hors circuit que sous l'action d'un signal spécial. Et comme ce serait trop compliqué de produire ce signal spécial avec un courant plus intense que celui des signaux normaux, on n'a d'autre ressource de différencier le signal spécial des autres que sa durée. Le problème des relais télégraphiques à action différée est donc un peu plus compliqué que celui qu'ont eu à résoudre les ingénieurs électriciens. On verra par l'article de M. Henry comment il a été résolu.

Les relais télégraphiques ordinaires, bien que déjà très perfectionnés, sont cependant susceptibles d'améliorations de détails. C'est ce que montre la description du nouveau **relais télégraphique Battaglia**, donnée page 146.

Signalons aussi un **récepteur téléphonique thermique** (p. 147) qui, ne comportant pas d'enroulement inductif, peut rendre d'utiles services dans les mesures téléphoniques où l'inductance de l'appareil récepteur introduit des causes d'erreurs.

***

Par suite de la nécessité où elles sont de se procurer l'énergie électrique à bon compte, les usines électrochimiques sont généralement situées loin des centres de consommation des produits qu'elles fabriquent. Les frais de transport de ces produits sont dès lors considérables et peuvent même devenir prohibitifs dans certains cas. C'est ce qui a lieu pour l'hydrogène, cependant fabriqué en énorme quantité dans les fabriques de soude électrolytique : cet hydrogène ne peut en effet être transporté qu'après avoir été comprimé à des pressions très élevées (150 atmosphères) qui exigent des récipients coûteux et lourds dont l'amortissement et le transport occasionnent des dépenses hors de proportion avec la valeur marchande de l'hydrogène sur les lieux de consommation.

Toutefois, il est encore possible parfois d'utiliser l'énergie électrique à la production économique de l'hydrogène; c'est ce que montre la note publiée page 148 sur la **fabrication de l'hydrogène au moyen des produits du four électrique**. L'énergie électrique est alors utilisée à la fabrication d'un produit de transport facile qui, sur les lieux de consommation, sert à la préparation de l'hydrogène par voie chimique.

Les procédés de ce genre sont déjà assez nombreux. On peut partir du carbure de calcium, lequel donne de l'acétylène qui est ensuite décomposé en hydrogène et carbone. Il est également possible de partir de l'aluminium, du silicium, du calcium, de l'hydrure de calcium, produits directs ou indirects du four électrique, qu'on fait réagir par une solution alcaline.

Quelques notes concernant l'électrochimie et l'électrométallurgie sont publiées p. 149 et 150; nous n'y insistons pas.

J. BLONDIN.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : 276-35.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Seizième Bulletin bimensuel de 1910.

Sommaire : Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique, p. 150.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Seizième Bulletin bimensuel de 1910.

Sommaire : Changement de domicile, p. 126. — Avis, p. 126. — Annuaire 1910, p. 126. — Elections consulaires, p. 126. — Applications de la loi du 9 avril 1898, p. 126. — Conditions générales des fournitures pour la Marine, p. 126. — Bibliographie, p. 127. — Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat, p. 127. — Offres et demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. xv.

CHANGEMENT DE DOMICILE.

Nous rappelons à Messieurs les Membres adhérents, ainsi qu'aux personnes en relations avec notre Syndicat, que le Siège social et les bureaux du Secrétariat sont transférés, depuis le 1er juillet 1910,

rue d'Édimbourg, n° 9 (au rez-de-chaussée).

Prière d'y adresser toutes correspondances et toutes communications concernant le Syndicat.

AVIS.

Pendant le mois de septembre les bureaux du Syndicat seront ouverts *seulement* de 9h à 10h30m du matin et de 2h à 4h de l'après-midi.

La Chambre syndicale ne se réunissant pas pendant les vacances, la prochaine séance aura lieu au commencement du mois d'octobre.

Annuaire 1910.

L'*Annuaire* du Syndicat pour l'année 1910, dont l'exécution a été retardée par suite de circonstances diverses, vient de paraître.

Nous en avons, de suite, adressé un exemplaire à chacun des membres adhérents et prions ceux qui ne l'auraient pas reçu d'en aviser de suite le Secrétariat afin qu'il puisse faire les réclamations utiles.

Les membres adhérents qui voudraient avoir des exemplaires supplémentaires, ainsi que les personnes étrangères au Syndicat qui désireraient posséder cet *Annuaire*, sont priés de s'adresser au Secrétariat qui leur en indiquera le prix.

Élections consulaires.

En prévision des élections qui doivent avoir lieu pour le renouvellement partiel des juges du Tribunal de Commerce de la Seine et des membres de la Chambre de Commerce de Paris, M. le Préfet de la Seine a pris, à la date du 9 août 1910, un arrêté pour l'établissement des listes des élections consulaires (*voir* p. 155).

Comme il y a le plus grand intérêt à ce que l'Industrie électrique soit représentée dans ces assemblées, nous recommandons, de la façon la plus pressante, à tous nos adhérents qui sont dans les conditions prescrites par la loi du 19 février 1908, de s'assurer qu'ils sont bien inscrits sur les listes et dans le cas contraire de réclamer leur inscription *avant le* 15 *septembre*.

Il est nécessaire, en effet, que tous puissent au moment voulu appuyer de leur vote les candidatures qui seraient présentées et recommandées par notre Syndicat, et nous comptons sur le concours de tous nos adhérents pour nous aider à obtenir les sièges auxquels l'Industrie électrique a droit en raison de son importance actuelle.

Application de la loi du 9 avril 1898.

Nous signalons à nos adhérents un rapport fort intéressant de M. le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale à M. le Président de la République, en date du 28 juillet 1910, *sur l'application générale de la loi du 9 avril* 1898, *relative aux accidents du travail, sur la situation des sociétés d'assurances admises à pratiquer les assurances régies par ladite loi et sur le fonctionnement du fonds de garantie.*

En raison de l'importance de ce document, qui occupe 24 pages du *Journal officiel* (n° 221 du 15 août 1910) il n'est pas possible de le reproduire dans *La Revue électrique;* mais les membres adhérents du Syndicat peuvent le consulter au Secrétariat.

Conditions générales des fournitures pour la Marine.

Un grand nombre de nos adhérents s'occupant de fournitures à effectuer au département de la Marine,



nous croyons utile de signaler à leur attention la circulaire de M. le Sous-Secrétaire d'Etat de la Marine en date du 18 juin 1910 et les nouvelles conditions applicables auxdites fournitures.

En raison de son étendue, nous ne pouvons reproduire *in extenso* ce document, qui a été publié dans le n° 165 du 19 juin 1910 du *Journal officiel*, mais on trouvera dans le présent numéro de *La Revue électrique* (p. 152 et suiv.) la circulaire et les articles les plus importants, c'est-à-dire ceux qui contiennent des propositions essentielles ou nouvelles.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées) ;

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

Seizième Bulletin bimensuel de 1910.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE.

Le prix de revient de l'énergie [1].

Dans une Thèse passée devant la Faculté d'Économie politique de l'Université de Zurich, pour l'obtention du titre de Docteur « economiæ publicæ » M. Nochimson, de Vilna, traitant des avantages économiques de l'énergie électrique au point de vue de l'utilisation des chutes d'eau, donne les renseignements suivants :

Pour l'utilisation de l'énergie hydraulique, il faut ordinairement de grands capitaux, de sorte qu'il peut y avoir des circonstances dans lesquelles l'énergie revient à un prix plus élevé qu'en employant la vapeur ou le gaz. Mais cependant, on ne doit pas oublier que les frais d'exploitation, dans le cas d'une installation hydraulique, consistent principalement en intérêts et amortissement, qui diminuent avec le temps, tandis qu'au contraire le prix du charbon a tendance à augmenter.

En général, l'énergie hydraulique est meilleur marché que toute autre, et les chutes pour lesquelles la différence entre les hautes et les basses eaux est très faible, c'est-à-dire pour lesquels il y a des réservoirs d'énergie naturels, sont les plus avantageuses. Comme réservoirs, il faut considérer les forêts, les marais, les glaciers, les névés et en particulier les lacs. Les circonstances sont particulièrement favorables pour la Suisse, et l'énergie hydraulique y est 10 à 12 fois meilleur marché que celle obtenue au moyen de la vapeur, vu les prix élevés du charbon, qui doit être importé.

L'énergie hydraulique est encore meilleur marché au Canada; par contre l'utilisation d'autres sources d'énergie paraît plus avantageuse en Allemagne, aux Etats-Unis et en Angleterre. D'après Kershaw, les prix les plus bas de l'énergie dans les différents pays ont été, en 1900, de :

	Kw-an en fr.	Cheval-an en fr.
Canada (hydraulique)	41,6	30,5
Suisse (hydraulique)	63,6	47,7
Allemagne (gaz de haut fourneau)	133,1	98
États-Unis (vapeur)	158	117,5
Angleterre (vapeur)	161	113,4
Autres pays (gaz pauvre)	163	121

En Allemagne et aux Etats-Unis, dans certains cas, l'utilisation de chutes d'eau peut être avantageuse. M. le Conseiller d'Etat Prüssmann estime le prix du cheval-an, dans une installation sur le Weiser, à 60 fr dans le cas d'emploi exclusif des moteurs hydrauliques, à 175 fr dans le cas d'une réserve de vapeur, et à 300 fr dans le cas d'emploi exclusif de la vapeur. Dans une installation à vapeur, il faut tenir compte, en plus du prix du charbon et du graissage, des dépenses de personnel, tandis que dans le cas de moteurs hydrauliques, les dépenses pour le personnel sont peu importantes. La machine à vapeur s'use plus rapidement que la turbine hydraulique; Fr. Barth estime à 6 pour 100 l'amortissement de la partie mécanique d'une installation hydraulique, tandis que pour un moteur à vapeur il faut compter 9 pour 100, et pour une turbine à vapeur 7 pour 100.

La meilleure preuve de l'importance des chutes d'eau est d'ailleurs l'augmentation des turbines hydrauliques vendues, que montre le Tableau suivant:

	Puissance en chevaux		
	1892.	1900.	1905.
Maison Voigt, à Heidenheim	1059	25556	88867
Gonz et Cie, à Budapesth	4232	13411	12906
Riva-Monneret et Cie, à Milan	3232	24390	53441

M. Otto Mayer estime que la puissance hydraulique utilisée en Allemagne, en France, en Suisse, en Autriche-Hongrie, en Italie, en Suède et en Norvège est de 3,5 millions de chevaux. En Suisse, d'après M. l'ingénieur en chef Schafer, il y avait environ 50000 chevaux hydrauliques utilisés en 1895, et à la fin de 1907, déjà 327000 chevaux. Aux Etats-Unis il y avait, en 1907, 3,5 millions de chevaux utilisés.

[1] *Schweizerische Techniker Zeitung*, 24 mars 1910.

Utilisation des vapeurs d'échappement par des turbines dans les usines électriques.

Une communication de Halliwell donne de très intéressants renseignements sur l'économie qu'il est possible de réaliser dans les usines électriques par l'installation de turbines à basse pression utilisant les vapeurs d'échappement des moteurs à piston.

Comme premier exemple, il cite l'usine génératrice de la Philadelphia Rapid Transit Co, qui contient quatre moteurs à piston d'une puissance unitaire d'environ 1500 chevaux et un autre de 2200 chevaux, tous travaillant sans condensation.

Deux turbines, système Curtis, de 800 kw chacune, fonctionnant avec de la vapeur à basse pression, furent successivement installées en 1905 et 1906. Ces turbines, à axe vertical et tournant à 1200 t : m, sont directement accouplées à des dynamos continues de 575 volts. Il suffit de la vapeur d'échappement de l'un des moteurs, chargé à 1150 kw, pour obtenir avec la turbine une puissance de 750 kw. La surpression de cette vapeur est de 0,07 kg : cm². Comme le service de sa condensation absorbe 86 kw, il reste encore disponible 664 kw, soit un gain de 53 pour 100 sans augmentation dans la consommation de vapeur. Si l'on voulait appliquer directement la condensation aux machines à vapeur, l'économie ne dépasserait pas 25 pour 100; il y aurait encore un bénéfice de 28 pour 100 par l'emploi de la turbine. Le bilan financier a été le suivant : en 1904, avant l'installation des turbines, on a produit 29700000 kw : h avec une dépense de 1156875 fr, soit 0,039 fr le kw : h. De jan-

vier 1906 à janvier 1907, l'usine a produit 35 millions de kw:h qui ont entraîné une dépense totale de 1 141 500 fr, soit 0,0327 fr le kw : h.

Il y a donc eu non seulement augmentation de 18 pour 100 de l'énergie fournie, mais encore diminution des frais d'exploitation de 15 375 fr. Le prix de revient des machines à piston est de 500 fr par kw : h, celui des turbines à peu près la moitié, de sorte que celles-ci ont gagné, dès la première année de leur mise en service, 3,75 pour 100 de leur prix d'achat.

Considérons maintenant une usine où les moteurs à piston travaillent avec un rendement inférieur au précédent. C'est le cas de l'usine de la Edinburg Corporation. Ses huit machines Willans et Belliss de 1200 chevaux avaient été pourvues à l'origine de condenseurs devant donner un vide de 635 mm de mercure ; mais à cause du manque d'eau elles fonctionnaient le plus souvent à échappement libre. Pour tirer parti des vapeurs perdues par quatre des unités, on eut recours à des turbines Rateau qui entraînaient, à la vitesse de 1200 t : m, des dynamos à courant continu, 490-550 volts, de Brown, Boveri et C[ie]; chacune était capable de fournir 1250 kw quand on l'alimentait avec de la vapeur provenant de deux moteurs à vapeur, sous charge normale de 1550 kw, c'est-à-dire dépensant 20 600 kg de vapeur à l'heure. On voit qu'on n'a pas gagné moins de 80 pour 100 en énergie.

Le troisième exemple présente un intérêt tout particulier parce qu'il montre que le concours de turbines utilisant les vapeurs d'échappement, est encore rémunérateur, même dans le cas de moteurs pourvus d'une bonne condensation. L'usine en question appartient à la Interborough Rapid Transit C°, de New-York. Elle a une puissance de 135 000 chevaux et renferme 11 moteurs Corliss de 7600 chevaux chacun. Les cylindres haute pression ont un diamètre de 1067 mm; les cylindres basse pression, 1525 mm; la course du piston est de 2184 mm et la vitesse 75 t : m. Avec de la vapeur sèche à la pression de 12,3 kg : cm² et un vide de 660 mm au condenseur, la consommation garantie est de 5,67 kg par cheval-heure indiqué, y compris la vapeur consacrée au chauffage du receiver. D'une longue série d'expériences entreprises avec cette installation se dégagent les conséquences suivantes. Avec la marche à condensation, la charge la plus favorable était de 4000 kw, qui correspondaient à une dépense de 7,95 kg de vapeur par kilowatt-heure; avec l'échappement à air libre, la puissance maximum atteinte était de 7300 kw, avec une consommation de 77 000 kg de vapeur à l'heure; mais le régime le plus favorable était 5750 kw, avec une dépense de 10,2 kg de vapeur par kilowatt-heure.

Ces expériences ont établi en outre qu'il fallait du poids total de la vapeur d'échappement retrancher environ 7,5 pour 100, pour avoir le poids de vapeur disponible pour la turbine. Celle-ci a été fournie par la General Electric C°; elle est à axe vertical et a une puissance de 5000 kw. Son condenseur à surface a 1860 m². La pression de la vapeur à l'admission variait entre 1,07 et 1,14 kg : cm² absolu. Dans ces conditions, la consommation de vapeur atteignait 13,5 kg par kilowatt-heure à pleine charge et un vide de 724 mm au condenseur. Quand le moteur à piston était chargé à 7300 kw, nous avons vu qu'il dépensait 77000 kg de vapeur par heure; la puissance correspondante de la turbine s'élevait alors à 5300 kw; de sorte que la puissance totale disponible était de 12 600 kw pour la même quantité de vapeur, soit une dépense de 6,1 kg par kilowatt-heure. Ces résultats paraissent d'autant meilleurs qu'on n'avait pas recours à la surchauffe. Le capital affecté à l'installation de ce groupe supplémentaire augmentant la puissance totale de 68 pour 100, s'élève à un peu moins de 160 fr par kilowatt.

B. K.

Résultats d'essais sur une turbine Parsons de 300 kilowatts (¹).

Les essais entrepris par W. Gensecke au laboratoire de la Technische Hochschule, de Berlin, sur une turbine Parsons de 300 kw ont eu pour but de rechercher les causes et la grandeur de ses différentes pertes, et leur répercussion sur le rendement global du groupe électrogène. La turbine, à 65 rangées d'aubes et tournant à 2400 t : m, était directement accouplée à une génératrice continue à 220 volts.

Des mesures préliminaires avaient donné pour le rendement de celle-ci 91 pour 100 à pleine charge, ce qui correspondait à une perte totale de 30,3 kw, se répartissant de la manière suivante : pour le fer, 6,5 kw; pour le cuivre, 8,5 kw; dans l'excitation, 2,3 kw, et enfin, pour les frottements, 13 kw. L'importance des pertes par frottement par rapport à l'ensemble est une des caractéristiques des groupes turbo-dynamos; elles proviennent principalement de la vitesse considérable de ces machines, mais en partie aussi de l'énergie dépensée pour la ventilation.

La génératrice ne recevait pas moins de 3300 m³ d'air à l'heure, ce qui paraît un peu excessif pour un groupe de cette puissance. Les pertes afférentes aux frottements mécaniques de la turbine elle-même, abstraction faite du frottement de la vapeur contre les aubes, sont de 5,6 kw, soit un rendement organique de 98,5 pour 100.

Les essais relatifs aux pertes de chaleur par rayonnement et aux pertes de vapeur ont donné les résultats suivants : pour les premières à peine 0,5 pour 100, la turbine ne prenant d'ailleurs son régime normal qu'après une marche de 4 heures. Les presse-étoupes en labyrinthe dans lesquels circule de la vapeur en consomment 3,5 pour 100 à pleine charge, et les pistons compensateurs, en moyenne 11 pour 100. Aux faibles charges, le pourcentage des pertes dans les presse-étoupes est encore plus grand parce qu'il faut toujours la même quantité de vapeur pour assurer l'étanchéité, tandis que le travail des pistons équilibreurs diminue en même temps que la charge. Ces pertes considérables, mais qui vont s'atténuant avec la puissance des unités, mettent les petites turbines Parsons dans un état d'infériorité par rapport aux turbines d'autres systèmes.

Les consommations de vapeur du présent groupe de

(¹) W. GENSECKE, *Zeitschrift f. d. Ges. Turbinenwesen*, t. VI, 1909, p. 81.



300 kw, avec une pression à l'admission de 11 à 12 kg : cm² et un vide de 90 pour 100, ont été les suivantes :

Charge en pour 100..........	100	75	40
Vapeur saturée en kilogr.....	12	12,7	14,3
Vapeur surchauffée à 300° C..	10,6	11,3	12,4

Une variation de ± 1 pour 100 dans le degré de vide, se traduit par une économie ou une dépense de 1 pour 100 de vapeur; de même si l'on augmente ou diminue la surchauffe de 7°,3 C., il y a une variation corrélative de la consommation de vapeur de 1 pour 100. Cet abaissement de la dépense en vapeur ne représente pas un bénéfice net, car une surchauffe plus élevée demande plus de chaleur; d'autre part le degré de vide ne croît au condenseur qu'autant qu'on injecte dans ce dernier de l'eau plus froide; et comme les eaux de condensation sont ensuite utilisées pour l'alimentation des chaudières, il faut plus de calories pour produire la vaporisation. En réalité, il n'y a une économie nette de calories de 1 pour 100 que si la surchauffe est augmentée de 20° C. et le degré de vide, de 1,6 pour 100. Ces chiffres montrent qu'il ne faut pas être trop optimiste sur les avantages d'une surchauffe exagérée ou d'un vide trop élevé.

Pour juger de la qualité d'une turbine, il est intéressant de considérer le rendement global, c'est-à-dire le rapport entre la puissance disponible sur l'arbre du moteur et la puissance théorique calculée d'après la quantité de vapeur dépensée. Or, à pleine charge, on a trouvé ce rapport égal à 50 pour 100 en tenant compte de la vapeur totale, et 57,5 pour 100, défalcation faite de la vapeur dépensée dans les presse-étoupes et les pistons différentiels. Les divers étages de détente sont caractérisés par les rapports suivants : 55 à 62 pour 100 pour la basse ou la moyenne pression, et seulement 41 à 42 pour 100 pour la haute pression.

En général, toutes les turbines travaillent moins économiquement dans les étages à haute pression, mais cet inconvénient est particulièrement sensible dans les turbines Parsons, ce qui provient probablement des pertes élevées dues au jeu existant entre les aubes fixes et les aubes mobiles.

Enfin, l'auteur termine en faisant remarquer que, pour tirer des résultats de ces expériences tout l'enseignement qu'elles comportent, on doit tenir compte de la faible vitesse du groupe qui est une des causes de son mauvais rendement. A titre de contrôle, il a fait, aux vitesses de 2200 et 2600 t : m, des essais dont il peut conclure que ce même groupe tournant à 3000 t : m, atteindrait un rendement de 62 pour 100. B. K.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Perfectionnements apportés dans la fabrication des piles primaires (1).

Les piles Leclanché sont en général utilisées jusqu'à ce que leur tension aux bornes soit descendue de 0,8 à 1 volt lorsqu'elles débitent sur une résistance de 5 à 10 ohms. La présente invention a pour objet d'utiliser plus complètement la matière dépolarisante jusqu'à cette tension. Elle consiste à introduire dans le dépolarisant du chlorure de manganèse dans la proportion de 10 à 20 pour 100 de la matière totale. On peut augmenter ainsi de 25 pour 100 l'utilisation du dépolarisant.

L'emploi de ce chlorure, comme aussi celui d'autres chlorures, sulfates et sels alcalins, a pour inconvénient, dans les piles à liquide immobilisé dites piles sèches, la formation de gaz occasionnant des épanchements de liquide à l'extérieur. Pour éviter cet inconvénient, la fermeture de la pile se fait ici de la façon suivante : dans le récipient, après avoir placé le pôle positif, le pôle négatif et coulé jusqu'à la hauteur du dépolarisant le liquide excitateur, on met sur le tout, après refroidissement, une couche d'environ 1 cm d'épaisseur de sciure de bois grossière mélangée à un corps gras quelconque à l'état de fusion (de préférence la paraffine).

Cette couche laisse échapper les gaz tout en s'opposant à l'entraînement du liquide. La fermeture est complétée par une couche de plâtre sur laquelle reposent deux évents, et par une couche de cire à cacheter. Pour isoler le pôle négatif du pôle positif, on prend ici des bracelets en fil de caoutchouc munis de perles de verroterie. T. P.

(1) Maurice Leclanché. Brevet français 399 486 du 15 février 1909.

Procédé empêchant les chutes de matières actives dans les accumulateurs alcalins (1).

On sait que lorsqu'on forme une électrode positive garnie d'oxyde de nickel, il se produit une augmentation de volume de la matière active, qui peut faire éclater son enveloppe ou la déformer d'une façon nuisible.

Pour éviter cet inconvénient, l'électrode brevetée ici se compose d'un tube cylindrique perforé en nickel. Ce tube est obtenu à l'aide d'une lamelle de nickel perforée et cintrée en forme de tube, les deux extrémités de la lamelle étant prolongées en haut et en bas par des pattes non perforées qui sont serties et agrafées l'une sur l'autre.

Autour du tube, se trouve un fil métallique (en nickel ou en fer) double, préalablement torsadé, enroulé en spires très serrées de manière à constituer un frettage assurant une grande solidité. Les deux extrémités de ce fil sont arrêtées sous les agrafes.

Le tube est ensuite oxydé à chaud (2) à l'aide d'une solution de nitrate de nickel jusqu'à obtention d'une couche dure, adhérente et poreuse, de sesquioxyde de nickel. Celui-ci bouche les trous du tube et les interstices du frettage. On remplit enfin le tube de la matière active (positive ou négative) et on le bouche en haut et en bas par des tampons en ébonite maintenus par sertissage des bords du tube. T. P.

(1) Léon Marseille et Paul Gouin. Addition n° 10 621 du 8 mars 1909 au brevet français 392 024.

(2) Brevet principal n° 392 024 (*La Revue électrique*, t. XI, 15 mars 1909, p. 183).

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

LAMINOIRS

Etat actuel de la commande électrique des laminoirs.

Dans la première partie de cet article [1] nous nous nous sommes occupé des trains non réversibles ; dans celle-ci nous étudierons les trains réversibles.

II. Trains de laminoirs réversibles. — On a déjà signalé maintes fois l'étroite analogie que présentent les services d'un train de laminoir réversible et d'une machine d'extraction de mine. Il était naturel que les progrès de l'une de ces applications aient pour corollaire immédiat le développement de l'autre; et, en effet, ce sont les excellents résultats obtenus en 1903 dans la commande électrique système Ilgner de la machine d'extraction du puits Zollern II de la Gelsenkirchener Bergwerks A.-G. qui marquèrent le point de départ de l'application de l'électricité à la commande des laminoirs réversibles. Il peut être intéressant de rappeler ces débuts.

Dans une conférence faite en décembre 1903 devant l'Assemblée générale de la Société allemande des Métallurgistes à Dusseldorf [2], M. Köttgen, directeur des Siemens-Schuckert-Werke, qui avait dirigé la construction de la machine du puits Zollern II, établissait d'une façon précise les conditions de travail d'un train réversible. Prenant pour base les expériences effectuées sur un train à vapeur de la « Gutchoffnungshütte », il déterminait la puissance électrique nécessaire ainsi que les consommations spécifiques d'énergie par tonne de métal dans des conditions très diverses d'allongement et de température, et parvenait à établir, à l'aide de courbes moyennes, le calcul complet d'une installation pour un service déterminé.

Vers la même époque, la Société A. E. G. (Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft) entreprenait des recherches analogues qui eurent pour résultat la mise en service en juillet 1906 du premier train réversible équipé électriquement [3]. Quelques mois plus tard la Société Siemens-Schuckert terminait l'installation de la « Georgsmarienhütte » [4] dont les essais ont justifié d'une façon remarquable les prévisions de M. Köttgen.

L'élan était donné. Depuis cette époque les installations n'ont cessé de se répandre normalement et l'on peut s'attendre à une extension de plus en plus rapide. Notre pays vient d'entrer dans la voie indiquée, ainsi qu'en témoigne la liste que nous donnons ci-après des installations françaises en service ou en construction à ce jour (Tableau II) [1].

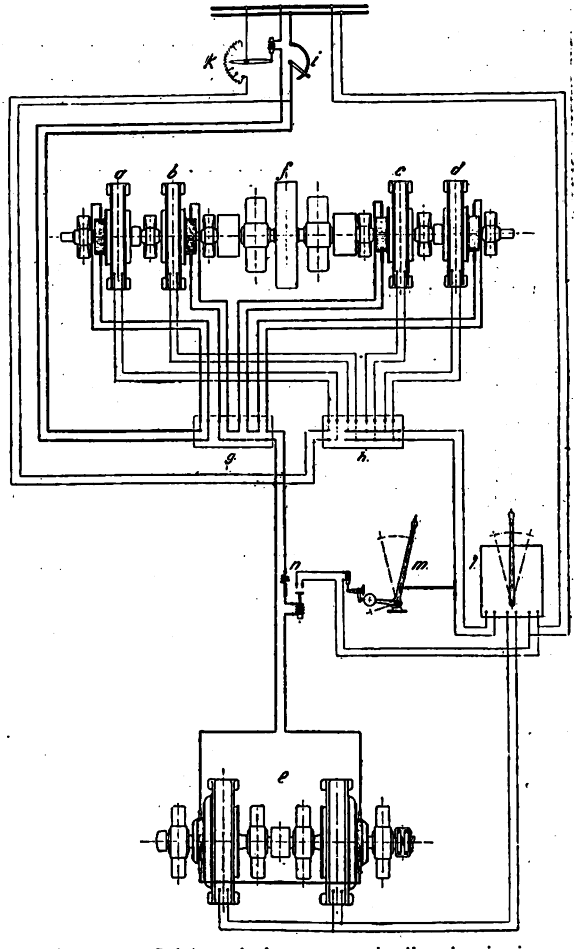


Fig. 10. — Schéma de la commande d'un laminoir réversible par système Ilgner.

a. Moteur du groupe convertisseur.
b. c. d. Génératrices de démarrage.
e. Moteurs du train.
f. Volant.
g. Panneau de couplage des courants principaux.
h. Panneau de couplage des courants d'excitation.
i. Rhéostat du moteur du groupe.
k. Régulateur automatique.
l. Levier de manœuvre.
m. Interrupteur de sécurité.
n. Interrupteur automatique à maxima.

[1] *La Revue Electrique*, t. XIV, 15 août 1910, p. 98.
[2] *Stahl und Eisen*, n° 4, 1904.
[3] *Stahl und Eisen*, n°s 4 et 5, 1907 ; description par M. Geyer, *Revue de Métallurgie*, n° 4, 1907.
[4] *Stahl und Eisen*, n° 18, 1908 ; description par M. Wend, *Revue de Métallurgie*, août 1908.

[1] La plupart de ces installations seront mises en service l'an prochain.

TABLEAU II. — *Installations françaises de trains réversibles*

INSTALLATION.	NATURE DU TRAIN.	MOTEUR DU LAMINOIR			
		Nombre d'induits en série.	Tension en volts.	Puissance normale en chx.	Puissance maximum en chx.
Aciéries de Firminy	Train blooming de 700 et train à plaques de blindage de 1100	1	± 500	1500	4500
Société anonyme de la Providence, à Rehon	Train blooming	2	± 600 × 2	3150	8000
— — —	Train à poutrelles	2	± 600 × 2	4000	10000
Forges et Aciéries du Nord et de l'Est	Train blooming de 1100	1	± 1000	8400	12000
Aciéries de Neuves-Maisons	Train blooming	»	»	2750	8250
Aciéries de Longwy	Train blooming et train à tôles	»	»	4500	13500

Conditions du problème. — Avant d'examiner les solutions adoptées ou proposées, nous croyons utile de revenir sur les conditions générales du problème. Nous avons dit que les puissances mises en jeu dans un train réversible étaient considérables, en raison même de la destination de ces trains qui ne travaillent généralement que de très lourdes pièces. La puissance maximum demandée au moteur atteint couramment 10 000 à 15 000 chevaux et doit pouvoir s'annuler toutes les 5 à 6 secondes. On conçoit qu'il est impossible de brancher un tel moteur directement sur la centrale, à moins que celle-ci ne soit de dimensions colossales. En outre, on ne peut songer à contrôler un tel moteur par le procédé employé pour les moteurs de faible puissance ayant un régime de marche similaire, tels que les moteurs de ponts-roulants : l'insertion de résistances de démarrage dans le circuit d'alimentation entraînerait une perte considérable d'énergie, dans certains cas supérieure à celle absorbée par le laminage; d'ailleurs la construction massive de l'appareillage, qui devrait supporter des courants de 4000 à 5000 ampères, rendrait la manœuvre difficile.

Ces raisons déterminent les conditions fondamentales auxquelles doit satisfaire tout système de commande de train réversible, à savoir : la nécessité de réaliser une uniformisation approchée de la puissance empruntée au réseau et l'obligation d'obtenir un démarrage et un arrêt faciles et rapides du moteur de laminoir. La distribution Ward-Léonard avec adjonction d'un lourd volant, combinaison qui constitue le système Ilgner, répond à ces conditions essentielles. Nous rappellerons en quoi consiste cette disposition.

Système Ilgner. — Le laminoir est mû par un moteur à courant continu à excitation constante. Le courant est fourni à l'induit de ce moteur par une génératrice spéciale à excitation indépendante, nommée dynamo de démarrage. Le principe de la distribution Léonard consiste à coupler directement les induits du moteur et de la génératrice et à n'agir que sur l'excitation de celle-ci pour réaliser les variations de vitesse et l'inversion du sens de marche. Par la simple manœuvre d'un rhéostat d'excitation combiné avec un commutateur, on peut faire débiter à la génératrice un courant de tension variable à volonté entre 0 et un maximum positif ou négatif. Ce courant à tension variable est envoyé directement dans le moteur du laminoir, et comme ce moteur est muni d'une excitation constante provenant d'un circuit auxiliaire, il lui communique pour chaque valeur de la tension une vitesse bien déterminée indépendante de la charge : autrement dit la courbe des variations de vitesse du moteur suit à chaque instant la courbe d'aimantation de la dynamo de démarrage On voit de suite l'avantage d'une telle disposition qui supprime toute résistance de démarrage et qui permet, par la manœuvre d'un simple rhéostat d'excitation inverseur traversé par des courants de faible intensité, d'obtenir toutes variations de vitesse désirées.

On conçoit que la génératrice de démarrage pourra être actionnée par un moteur quelconque : thermique, hydraulique ou électrique, mais l'uniformisation de la charge s'impose dans tous les cas. C'est l'adjonction d'un lourd volant au groupe moteur générateur qui permet de réaliser cette condition fondamentale, et la disposition qui en résulte constitue le groupe Ilgner ou convertisseur Ilgner. Le moteur du groupe est muni d'un dispositif destiné à régulariser sa puissance en faisant intervenir le volant. Comme dans les trains de laminoir non réversibles, il s'agit de produire une chute de vitesse ou glissement du moteur du groupe au moment de la charge : le volant cède alors à la génératrice la quantité d'énergie exigée par le moteur au-dessus de la puissance moyenne. Par contre, au moment où la charge faiblit et s'annule, le moteur du groupe doit reprendre sa vitesse et permettre au volant d'emmagasiner à nouveau de l'énergie pour la passes uivante.

Le schéma de la figure 10 donne la disposition générale de la commande d'un laminoir réversible par le système Ilgner [1] : le moteur du groupe compensateur est ici à courant continu; il entraîne trois génératrices identiques et un volant. Cette division en plusieurs unités est couramment employée, elle a pour but de réduire le diamètre des induits et d'obtenir ainsi une vitesse plus grande du groupe et par suite un diamètre de volant plus faible;

[1] Ce schéma se rapporte à l'installation de la « Georgsmarienhütte » (*Stahl und Eisen*, n° 18, 1908).



commande électrique, en service ou en construction (Juin 1910).

		GROUPE CONVERTISSEUR.					
Puissance de déclanchement en chx.	Vitesse en t : m.	Nombre de génératrices de démarrage.	Tension.	Puissance du moteur.	Poids du volant.	Vitesse en t : m.	CONSTRUCTEURS DE LA PARTIE ÉLECTRIQUE.
»	± 110 à ± 120	1	± 500	800	2 de 20 t.	400 max.	A. E. G.
10000	± 40	2	± 600 × 2	1900	50 t.	320-400	Société alsacienne de Constructions mécaniques.
12000	± 60	2	± 600 × 2	1900	65 t.	320-400	— —
»	± 40 à ± 120	2	± 550 × 2	1800	40 t.	400 moy.	Compagnie générale d'Électricité de Creil (procédés et brevets Siemens-Schukert.
»	± 45	»	»	»	»	»	A. E. G.
»	± 54	»	»	»	»	»	—

elle a également pour but de constituer une réserve en cas d'avarie au moteur : l'une des génératrices peut en effet dans ce cas remplacer le moteur, pendant le temps qui durent les réparations, en marchant à puissance réduite.

Les trois génératrices de démarrage sont couplées en série et alimentent deux moteurs identiques couplés en série qui constituent le système moteur du train; cette division du moteur a pour but de réduire l'inertie des masses.

Nous avons dit que le moteur du groupe Ilgner n'était pas nécessairement un moteur électrique. La maison Siemens-Schuckert a déjà installé un train réversible à tôles de cuivre avec turbine hydraulique entraînant par courroie la dynamo de démarrage et le volant du groupe Ilgner ([1]). Ce train est en service depuis le mois d'août 1908, mais sa puissance est relativement faible; la puissance maximum en service n'est que de 1100 chevaux. Une installation analogue, mais de dimensions plus grandioses, est actuellement en construction au Creusot (MM. Schneider et C[ie], Ateliers de Champagne-sur-Seine) et sera mise en service l'an prochain. Il s'agit d'un train à blindage destiné à la Société anonyme des Hauts Fourneaux, Fonderies et Aciéries de Terni (Italie). La puissance prise en pointe par le laminage pourra atteindre 15000 chevaux; le moteur chargé de fournir cette puissance est un moteur double à courant continu sous 2 × 600 volts, d'une puissance normale de 5300 chevaux; ce moteur attaque le train par engrenages; il sera alimenté par un groupe Ilgner comprenant une turbine hydraulique de 3500 chevaux, à vitesse variable de 360 à 450 t : m, entraînant trois génératrices de démarrage montées en série pour obtenir en moyenne 1200 volts, et un volant en acier de 4 m de diamètre pesant 50 tonnes.

On a également songé à actionner directement le groupe Ilgner par turbine à vapeur à vitesse réduite, mais cette solution sera, d'après nous, rarement envisagée dans les installations nouvelles, car elle va à l'encontre de l'un des principaux avantages de la commande électrique des trains réversibles, à savoir la possibilité de centraliser la production d'énergie. Au surplus il n'existe pas encore, à notre connaissance, d'installation de ce genre.

Quant à la commande directe du groupe Ilgner par moteurs à gaz, elle nous paraît difficilement réalisable, en raison de leur faible vitesse.

Quelle que soit du reste la combinaison adoptée, le groupe devra répondre à cette condition essentielle du service d'un laminoir réversible: la nécessité pour le moteur du train de passer très rapidement de la vitesse maximum dans un sens à la vitesse maximum dans l'autre. Cette opération s'effectue par simple freinage électrique : le levier du rhéostat inverseur qui est le levier de manœuvre du train est disposé de façon que sa position de zéro soit la verticale : si on le déplace dans un sens ou dans l'autre, le train se met en marche dans le sens correspondant et à une vitesse qui correspond à chaque instant à la position du levier; mais si, vers la fin de la passe, on ramène le levier vers zéro, la tension du courant baisse et le moteur, dont l'excitation n'a pas varié, tend à ralentir. Les masses en mouvement, en raison de leur force vive, l'entraînent malgré lui et provoquent ainsi un freinage énergique; pendant quelques secondes le moteur travaille en effet en génératrice renvoyant du courant dans la génératrice de démarrage qui travaille en moteur; l'énergie ainsi récupérée s'accumule dans le volant. A la « Georgsmarienhütte » on a pu ainsi, à vide, changer le sens de marche 28 fois par minute en passant d'une vitesse de 60 tours à la même vitesse en sens inverse; le poids de l'induit du moteur était de 74 tonnes et son diamètre total de 3 m.

Pour réduire au minimum la durée du démarrage ou mise en vitesse, il est toutefois nécessaire de supprimer l'inconvénient de la self-induction des enroulements inducteurs de la génératrice du démarrage qui s'oppose à l'établissement immédiat du courant et par suite de la vitesse correspondant à la position du levier. On y arrive par un dispositif particulier (*Schnell Erreger*) basé sur le fait que, par l'insertion de résistances non inductives en avant d'un circuit de self-induction donnée, on peut réduire la constante de temps de l'ensemble à une valeur aussi petite qu'on le veut. On a ainsi pra-

(1) Ce train est installé aux usines G. Zugmayer et Söhne, Waldeck, Basse-Autriche.

4...

tiquement instantanément la tension correspondante à la position du levier et par suite la vitesse voulue.

Au moment de l'arrêt, le magnétisme rémanent de la génératrice de démarrage tend à produire un effet analogue : le moteur du train continue à tourner en moteur après que le mécanicien a ramené le levier à zéro; pour que le freinage électrique soit suffisant, il faut alors compter sur l'habilité du mécanicien qui pousse son levier au delà de la position zéro et compense par une aimantation opposée le magnétisme rémanent. Mais certains constructeurs ont cru bon de supprimer cet inconvénient par des dispositifs spéciaux. La maison Felten Guilleaume et Lahmeyer surmonte la difficulté en employant un enroulement compound différentiel chaussé sur les bobines inductrices de la dynamo de démarrage; cet enroulement, qui ne comprend que quelques spires et dont l'action est négligeable en marche normale, produit une aimantation inverse à celle du magnétisme rémanent [1].

Régulation du glissement. — Les dispositifs employés pour obtenir le glissement du moteur du groupe Ilgner, dans le cas où ce moteur est électrique, sont analogues à ceux employés pour les moteurs de trains non réversibles. Si le moteur est à courant continu, le rhéostat d'excitation shunt peut être actionné par un petit moteur réversible alimenté par une source auxiliaire. Dans la position d'équilibre, qui correspond au courant normal, le moteur est au repos; lorsque le courant d'alimentation s'élève ou s'abaisse par rapport à sa valeur normale le circuit du petit moteur se trouve fermé dans un sens ou dans l'autre par un relais disposé dans le circuit d'alimentation.

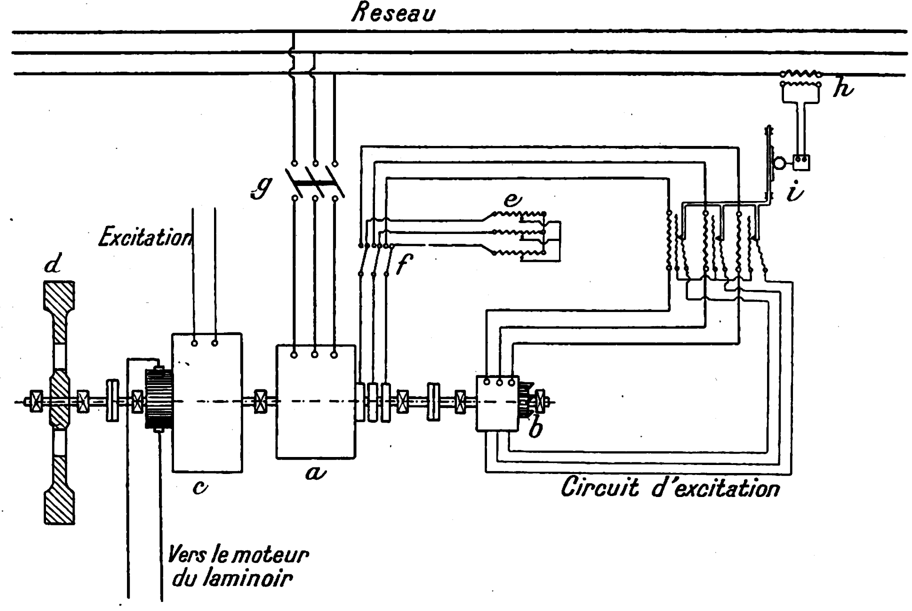


Fig. 11. — Schéma de la commande d'un laminoir réversible par moteur triphasé; dispositif Brown-Boveri.
a. Moteur asynchrone principal; *b.* Moteur triphasé à collecteur; *c.* Génératrice de démarrage; *d.* Volant; *e.* Démarreur; *f.* Commutateur; *g.* Interrupteur automatique à maxima; *h.* Transformateur d'intensité; *i.* Relais.

Dans le cas où le moteur du groupe est un moteur triphasé asynchrone, le glissement est obtenu automatiquement par insertion de résistances dans le rotor. Ce procédé est ouvert aux mêmes objections que celles déjà signalées à propos des trains non réversibles; l'énergie dépensée en pure perte dans les résistances de glissement est ici d'autant plus importante que les puissances mises en jeu, sont généralement plus considérables.

Des tentatives ont été faites pour remédier à cet inconvénient. Nous avons signalé précédemment, à propos des trains non réversibles, le dispositif Scherbius-Brown-Boveri, permettant de conserver au moteur triphasé un excellent rendement et un facteur de puissance égal à l'unité. Le schéma (*fig.* 11) montre l'application de ce dispositif à la régulation d'un train de laminoir réversible. Rappelons qu'il consiste à monter en cascade avec le moteur principal du groupe Ilgner un petit moteur triphasé à collecteur dont l'excitation est influencée par un relais monté sur le circuit d'alimentation : ce moteur remplit le même rôle que des résistances de glissement, mais sans perte d'énergie. Le schéma que nous donnons comporte une génératrice de démarrage à courant continu, mais la maison Brown, Boveri a récemment fait breveter une disposition permettant d'alimenter le laminoir réversible par un moteur asynchrone à rotor en court-circuit. Le groupe-tampon Scherbius comporte dans ce cas une génératrice asynchrone à rotor en court-circuit dont on peut faire varier la périodicité par une excitatrice triphasée. Le renversement du sens de rotation s'obtient simplement en croisant deux phases entre le moteur du laminoir et sa génératrice. On conçoit que les avantages d'un tel système seraient des plus appréciables : l'absence de collecteurs dans les machines supportant les plus forts à-coups et l'économie réalisée sont les deux principaux.

Quoi qu'il en soit, le système Ilgner, auquel on reproche d'être coûteux et encombrant, présente l'incontestable

[1] *Lumière électrique*, 24 juillet 1909.



mérite d'être d'un fonctionnement extrêmement simple. C'est ce qui explique le nombre élevé de ses applications, aussi bien à la commande des laminoirs qu'à la commande des machines d'extraction de mine.

On peut dire qu'il a constitué jusqu'à présent dans notre pays l'unique solution de la question qui nous occupe [1].

TRAIN RÉVERSIBLE DES ACIÉRIES DE FIRMINY. — Les six installations françaises dont nous avons donné la liste sont, en effet, du système Ilgner. Nous croyons intéressant de fournir quelques indications complémentaires sur l'une de ces installations, celle des Aciéries de Firminy [1].

Cette installation, la première effectuée dans notre pays, et la seule actuellement en service, est due à l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft; elle est en marche depuis avril 1908. Le laminoir réversible comprend un blooming à cinq cages avec diamètre de cylindres de 500 mm, et

Fig. 12. — Moteur à courant continu avec « Amortisseur d'à-coups Westinghouse-Brun », installé aux Tréfileries et Laminoirs du Havre.

un train pour plaques de blindages, à cage unique avec cylindres de 1100 mm. Les produits laminés consistent d'une part en billettes de 50 × 50 mm, d'un poids de 500 kg, et, d'autre part, en platines de 500 × 12 et en plaques de blindages de 1500 × 2500 × 200 mm, pesant 5 à 6 tonnes. Les billettes sont obtenues en partant de lingots de 300 × 300 par un allongement de 36 fois et en 21 passes; la longueur des billettes finies est d'environ 27 m, et la production horaire est de 4000 kg. Cette production, qui correspond à 8 billettes, peut paraître assez faible comparativement à d'autres installations, mais il faut tenir compte de l'énorme réduction de section

[1] Dans la commande des machines d'extraction, les systèmes essayés sont par contre assez nombreux, mais il faut tenir compte que la puissance maximum d'un moteur d'extraction dépasse rarement 2000 chevaux.

Diverses solutions ont été proposées ayant pour principe l'alimentation directe du moteur sans interposition de groupe convertisseur. Le système égalisateur est alors en parallèle sur le réseau dont il doit égaliser la puissance quel que soit le nombre de moteurs. L'application de ces procédés dans les laminoirs n'est pas répandue.

[1] La plupart de ces renseignements ont été publiés dans la *Revue de Métallurgie*, n° 3, mars 1908, d'après *Stahl und Eisen*, n° 27, 1907.

des lingots, réduction qui s'exprime par un allongement égal à 36 fois la longueur primitive.

La vitesse du train blooming est de ± 40 à ± 54 t : m, celle du train à plaques de blindages est de 0 à $+ 25$. Les deux trains sont attaqués par le moteur avec intermédiaire de réducteurs; les rapports de transmission sont respectivement de 2,6 à 1 et de 4,4 à 1.

Le moteur du laminoir est à un seul induit; il peut développer en service normal et sous une tension de 500 volts, une puissance maximum de 4500 chevaux, la puissance normale étant de 1500 chevaux. La vitesse maximum à pleine excitation est de 0 à $+ 110$ t : m. Pour les dernières passes finisseuses, cette vitesse peut être portée à ± 120 t : m. L'emploi direct du système Léonard pour obtenir cette vitesse extrême aurait nécessité un groupe compensateur de dimensions beaucoup plus considérables. On a évité cet inconvénient en affaiblissant le champ inducteur du moteur pendant les dernières passes. Le rhéostat qui produit cet affaiblissement est relié au levier de manœuvre, et il suffit de pousser celui-ci au delà de la position qui correspond à 140 tours pour obtenir les vitesses supérieures. On diminue ainsi le couple moteur, mais celui-ci reste cependant largement suffisant pour les passes finisseuses. Le couple maximum en service atteint 40 000 kgm.

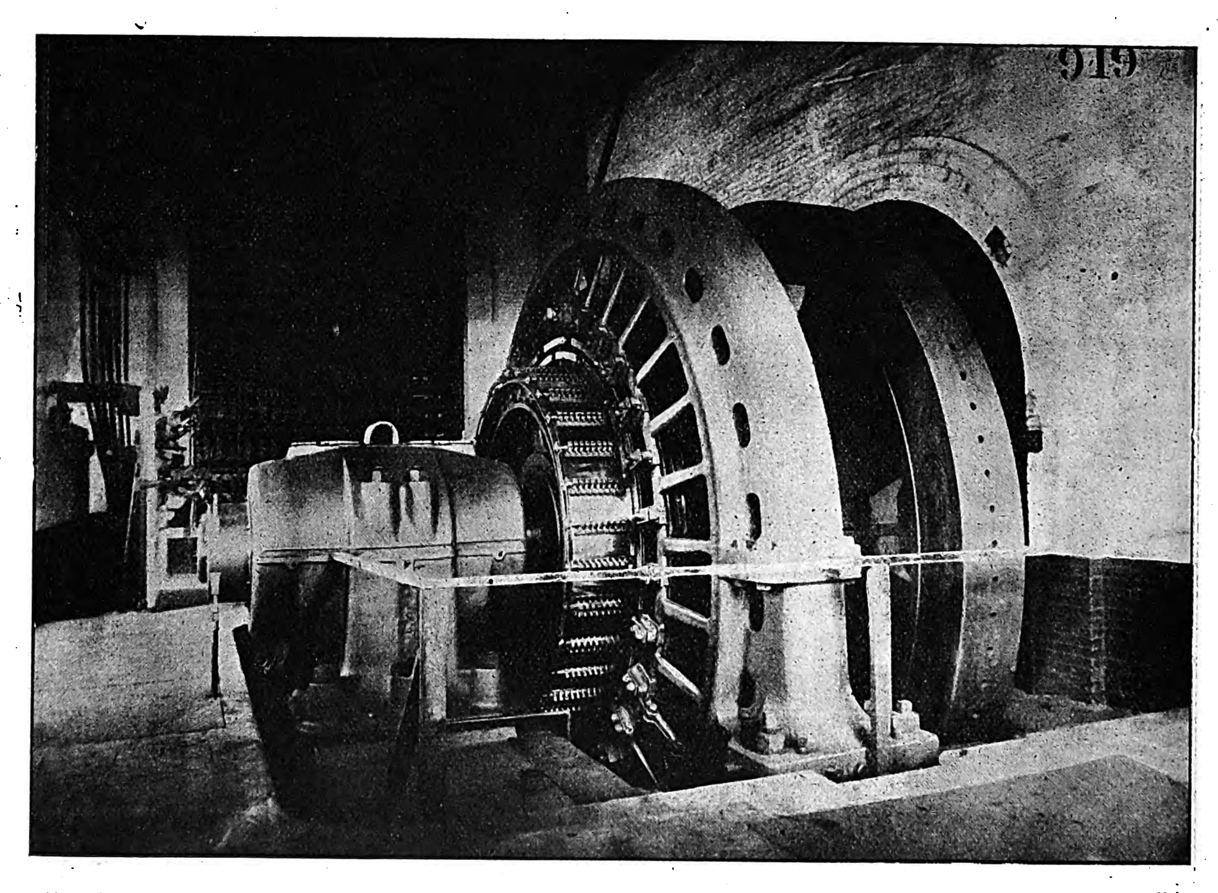


Fig. 13. — Moteur à courant continu de 1500 chevaux de la Société anonyme Westinghouse, pour train non réversible.

Le groupe Ilgner, qui est placé à 12 m du laminoir, ne comprend qu'une seule génératrice de démarrage et deux volants de 20 tonnes; le moteur du groupe, à courant continu sous 220 volts, est alimenté par la centrale à vapeur située à 250 m; la puissance normale de ce moteur n'est que de 800 chevaux; sa vitesse maximum est de 400 tours.

III. Conclusion. — Nous ne pouvions songer à traiter dans les limites d'un article toutes les questions qui se rapportent à la commande électrique des laminoirs : le sujet est trop vaste et chaque point demanderait une étude particulière. Au surplus, notre seul but était de rappeler les difficultés générales du problème et d'examiner ses solutions actuelles en nous référant plus spécialement aux progrès accomplis dans notre pays.

En dehors des avantages multiples que présente la commande électrique sur la commande à vapeur, une raison primordiale permet de s'attendre à un développement de plus en plus grand de cette nouvelle application : c'est l'introduction dans les usines métallurgiques du grand moteur à gaz. On a constaté qu'en Allemagne les progrès de la commande électrique des laminoirs avaient suivi de très près le développement du moteur

à gaz de hauts fourneaux ou de fours à coke [1], et cela est exact. Grâce à l'utilisation directe des chaleurs perdues dans le moteur à combustion interne, l'énergie électrique peut être produite à un taux des plus minimes et, si l'on tient compte des autres avantages qu'entraîne la centralisation de la production d'énergie, on conviendra qu'il n'y a plus désormais qu'une question de temps, et, que toute usine, appelée à renouveler son matériel déprécié, n'hésitera pas entre les deux modes de commande.

C'est ce mouvement intéressant qui commence à se dessiner dans notre pays où, en l'espace de ces quelques derniers mois, des ordres ont été passés pour la fourniture de 5 trains réversibles à commande électrique.

En terminant, nous tenons à remercier les nombreuses maisons de construction, directeurs ou ingénieurs d'usines métallurgiques, de la parfaite obligeance avec laquelle ils ont bien voulu nous communiquer les renseignements utilisés dans ce travail.

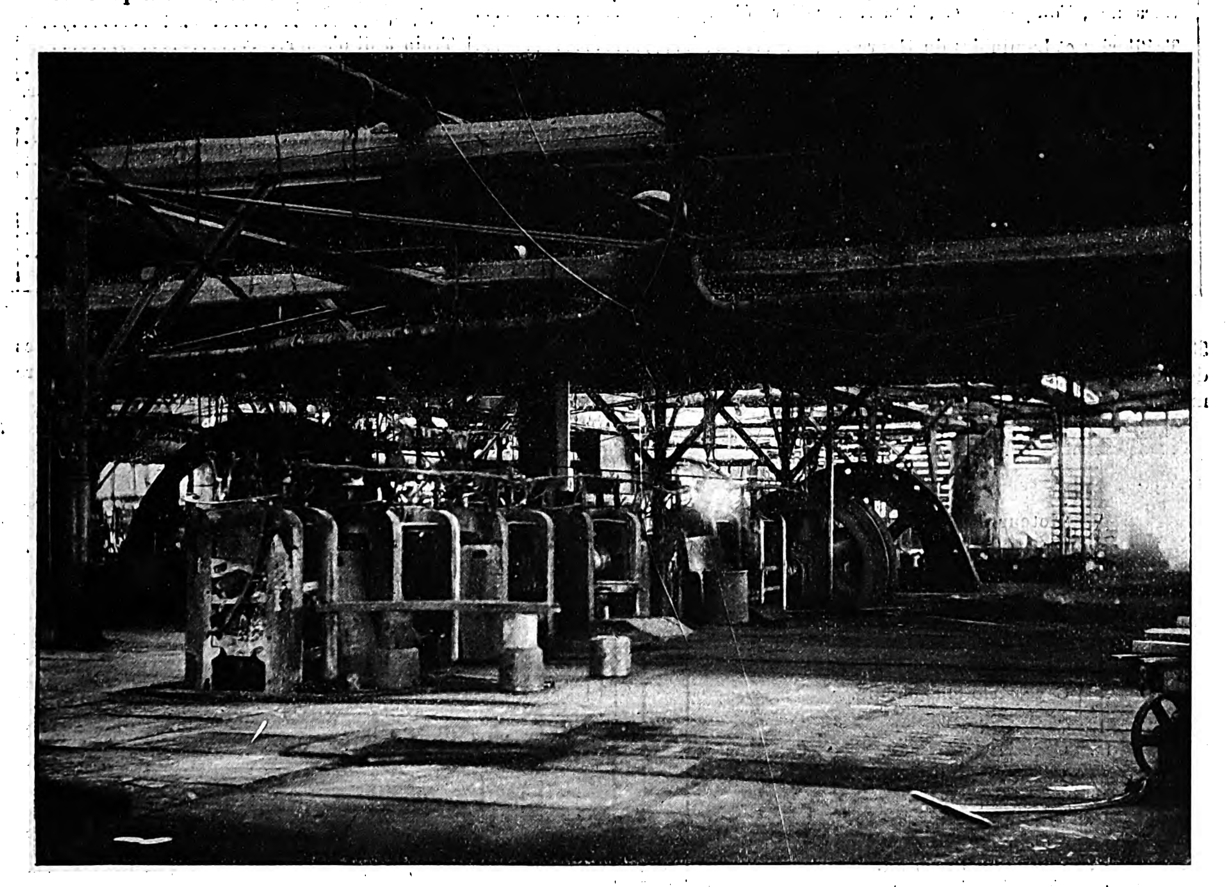


Fig. 14. — Société métallurgique de l'Ariège.
Vue du train et du moteur Westinghouse de 500 à 750 chevaux.

IV. Compléments. — Alors que la première partie de cet article se trouvait déjà sous presse, nous avons reçu de la Société anonyme Westinghouse quelques renseignement concernant les installations des trains non réversibles faites par cette Société en France.

Ces installations sont indiquées dans le Tableau ci-joint qui forme le complément du Tableau I des pages 100 et 101 du précédent numéro. Les figures 12 et 13 donnent les vues des moteurs de deux de ces installations. Voici, en outre, quelques indications sur l'installation de la Société métallurgique de l'Ariège.

Laminoir à commande électrique de la Société métallurgique de l'Ariège. — Train cadet et train de puddlage. — La Société métallurgique de l'Ariège, désirant améliorer le rendement d'un train de laminoir commandé par une machine à vapeur de 200 chevaux effectifs, à 80 t : m du type monocylindre, avec régulateur de vitesse à main, et utiliser la force motrice électrique dont elle disposait, confia à la Société anonyme Westinghouse (Usines du Havre) le soin d'équiper électriquement son train de laminoir.

La disposition générale de ce laminoir est représentée en photographie par la figure 14 et schématiquement par la figure 15. Il comprend un train cadet et un train de puddlage. Le moteur, du type asynchrone triphasé,

(1) G. Kapp, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, février 1910.

4....

TABLEAU I (suite). — *Installations françaises d*

INSTALLATION.	NATURE DU LAMINOIR.	Puissance chx.
Baraguey, Fouquet et Cie, à la Neuve-Lyre (Eure)	Train duo dégrossisseur de 550 à planches de cuivre	150-300
Tréfileries et Laminoirs du Havre	Train à fil d'acier	550-850
—	Train oblique à tubes de cuivre	300-700
Société des Forges de Brévilly (Ardennes)	Train à fil d'acier ressort (1 dégrossisseur, 1er finisseur, 2e finisseur)	550
Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons	Train finisseur	200
Société d'Électrométallurgie de Dives	Train à cuivre rouge	300
Société métallurgique de l'Ariège	Train cadet et train de puddlage	500-750
MM. Gouvy et Cie, à Dieulouard	Train double duo à petits fers marchands	200
— —	Train à tôles	200

53,5 périodes, 500 à 600 volts, 32 pôles, a une puissance de 500 à 750 chevaux et peut fournir une surcharge momentanée de 50 pour 100; sa vitesse peut varier de 130 à 200 t : m. L'arbre est prolongé du côté des bagues permettant de mettre un tachymètre en bout. Son diamètre est de 200 mm. Le tout est d'une construction rigide.

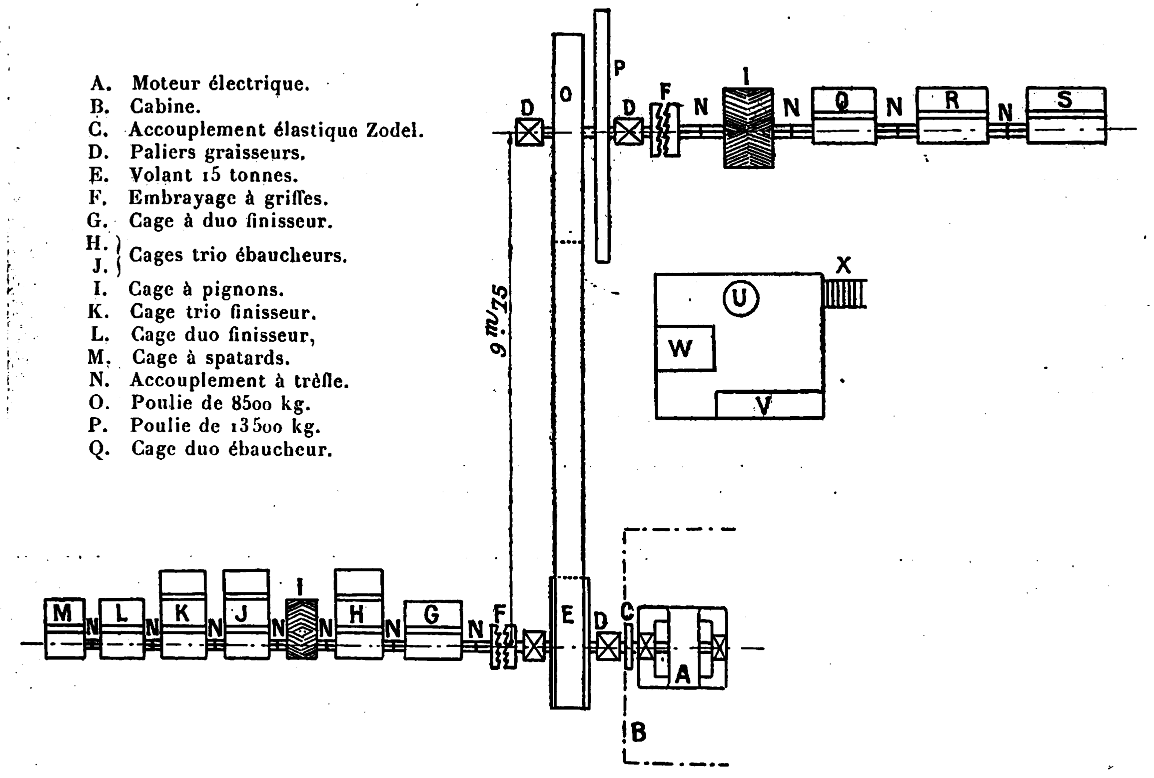


Fig. 15. — Laminoir non réversible de la Société métallurgique de l'Ariège.

Le moteur attaque directement le train cadet par l'intermédiaire d'un accouplement élastique et isolant Zodel. Sur l'arbre de commande est montée une poulie-volant en fonte de 15 tonnes et de 2,50 m de diamètre entraînant par courroie le train de puddlage.

Un embrayage à griffes permet de débrayer le train



trains de laminoirs non réversibles (Juin 1910).

MOTEUR.		MODE DE TRANSMISSION. du moteur au train.	CONSTRUCTEURS DE LA PARTIE ÉLECTRIQUE.
Vitesse t : m.	Nature du courant d'alimentation.		
210	continu, 540 volts.	Engrenages.	Société anonyme Westinghouse.
475-410	continu, 440 volts.	Accouplement direct.	—
350	continu, 440 volts.	Courroie.	—
350	continu, 220 volts.	Accouplement direct.	—
330	triphasé, 50 ∼.	—	—
350	continu, 125 volts.	—	—
130-200	triphasé, 600 volts.	Train cadet : accouplement direct. Train de puddlage : courroie.	— —
240-320	continu, 220 volts.	Accouplement direct.	—
240-320	continu, 220 volts.	Courroie.	—

cadet sans arrêter le moteur ni le train de puddlage. Le *train cadet* comprend : 1° *trois cages trio* dont deux ébaucheuses et une finisseuse; le diamètre moyen des cylindres est de 315 mm et leur longueur de 800 mm; 2° *deux cages duo* finisseuses, à cannelures emboîtantes, de même longueur et de même diamètre de cylindre que les précédentes; 3° *une cage duo* à spatards de 280 mmm de longueur de cylindre et de 315 mm de diamètre.

A ce train on travaille des billettes d'acier Martin doux et dur, compris entre les n°s 3 à 10 inclusivement, de section carrée de 60 mm × 60 mm ou ronde de 63 mm de diamètre, d'un poids d'environ 50 kg et d'une longueur moyenne de 2 m. Ces billettes sont laminées en toutes sortes de sections. La longueur des fers finis est de 6 m environ pour les fers marchands et de 20 m à 30 m pour les feuillards.

Le train de puddlage est commandé par courroie. L'arbre de transmission porte une poulie de 8500 kg, de 4,50 m de diamètre et 610 mm de largeur. Un volant lui est juxtaposé, d'un poids de 13,5 tonnes, 5,50 m de diamètre et 225 mm de largeur. Un embrayage à griffes permet de rendre le train de puddlage indépendant du train cadet. Ce train comprend trois cages duo, dont les cylindres de 415 mm de diamètre et d'une longueur de 1180 mm ont un poids de 600 kg. Le diamètre des tourillons, comme pour le train cadet, est de 200 mm et tous les paliers sont à arrosage d'eau et ne sont pas graissés.

Ce train lamine des billettes d'acier doux de 100 kg à 125 kg, d'une section de 60 mm × 60 mm ou ronde de 63 mm après finissage et d'une longueur de 4 m à 5 m. Sa production est de 7000 kg à l'heure.

Le moteur est enfermé dans une cabine vitrée de 4,20 m de largeur et 6 m de longueur pour le préserver des poussières de l'aciérie.

Le schéma montre, en UVW, la place du tableau de commande. Il est monté sur une plate-forme surélevée de 2 m au-dessus du niveau du sol de l'aciérie. Le dessous de cette plate-forme constitue la chambre des résistances où sont disposées 1080 grilles rigides de 226 mm permettant, par leur forme en zig-zag, un excellent refroidissement et évitant tout court-circuit. La chambre est fermée de toutes parts par de la tôle perforée, et une cheminée d'aération active la circulation de l'air.

Sur le tableau de commande sont montés : un ampèremètre de 800 ampères; un voltmètre de 750 volts, un disjoncteur automatique à maxima, à huile, permettant de couper en charge sans détérioration des contacts, et un interrupteur bipolaire à double direction pour inverser deux phases du stator et permettre le renversement de marche en cas de bloquage d'une billette.

A côté et bien à portée du mécanicien est placé l'appareil de réglage de vitesse; il n'y a pas de régulateur automatique du glissement; celui-ci s'obtient par la manœuvre à la main d'une série de 11 interrupteurs bipolaires à huile, permettant de faire varier la vitesse du moteur de 10 en 10 tours en plein travail, sans crainte d'amorcer des arcs entre les couteaux de l'interrupteur. Pour éviter les changements brusques de vitesse, l'appareil est disposé de façon que le mécanicien est obligé de passer par tous les interrupteurs intermédiaires avant d'atteindre celui du court-circuit.

G. Sauveau.



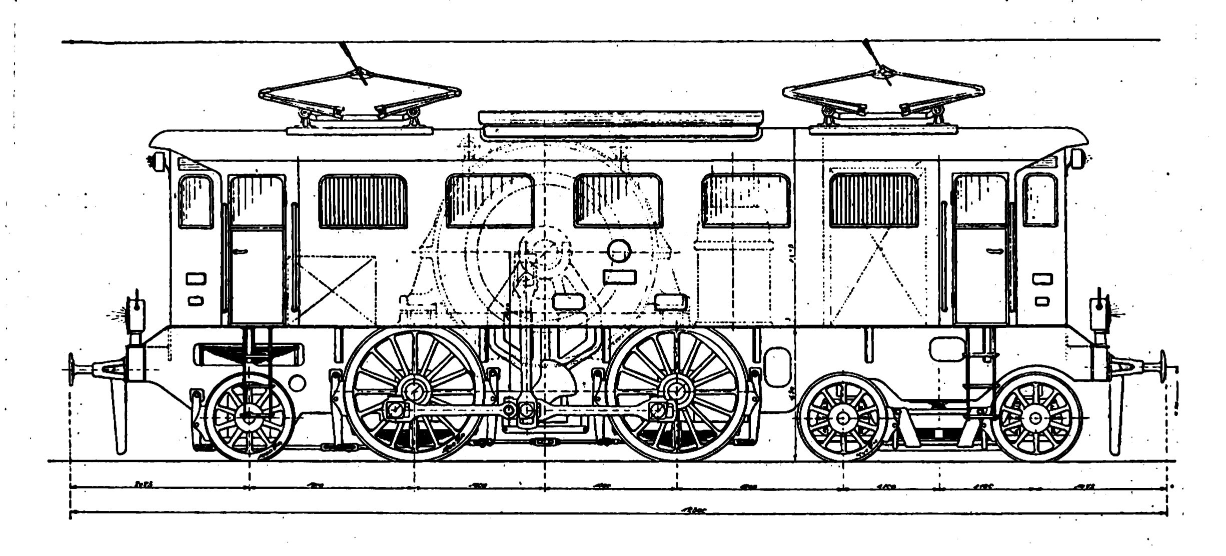
TRACTION ET LOCOMOTION.

CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES.

Les locomotives électriques monophasées de la ligne Dessau-Bitterfeld (¹).

Les Chemins de fer de l'État prussien ont décidé, en juillet 1909, d'installer, à titre de première application d'essai d'électrification des grandes lignes, la traction électrique monophasée sur un tronçon de 30 km de longueur, de Dessau à Bitterfeld, de la ligne d'embranchement de Leipzig à Magdebourg à profil peu accidenté (rampes ne dépassant pas 5 pour 1000).

On a prévu, pour cette ligne qui sera desservie par du courant monophasé à 10000 volts et 15 périodes, deux types de locomotives étudiées par le conseiller supérieur Wittfeld et actuellement en construction par la Fabrique de machines de Hanovre pour la partie mécanique et par les Maisons Schuckert et Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft pour la partie électrique : l'un pour le service des voyageurs et l'autre pour le service des marchandises.



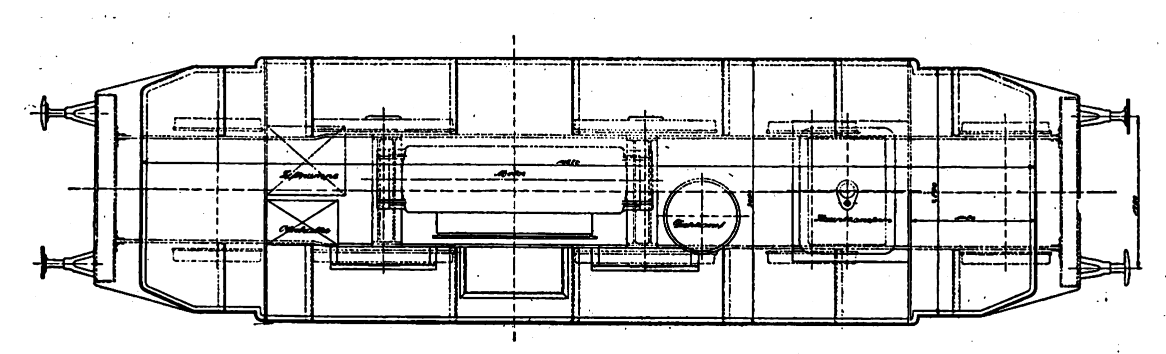


Fig. 1 et 2. — Locomotives de la ligne Dessau-Bitterfeld pour trains de voyageurs; élévation longitudinale et plan.

Ces machines, ainsi qu'on le verra par leur description d'ensemble, présentent diverses dispositions nouvelles.

Les locomotives pour trains de voyageurs représentées sur les figures 1 à 3 ont 12,50 m de longueur totale entre tampons et pèsent environ 60 tonnes. Elles comportent deux essieux moteurs à roues de 1,60 m de diamètre,

(¹) W. HEYDEN, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, p. 281 à 286.

écartées de 3,60 m et disposées vers le milieu du châssis, entre un bogie porteur à deux essieux à roues de 1 m

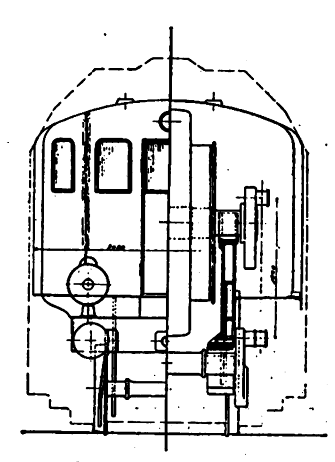


Fig. 3. — Élévation et coupe transversales.

écartées de 2,20 m et un bissel porteur à roues également de 1 m. Le châssis est en tôles d'acier de 30 mm entretoisées entre elles et assemblées à deux traverses extrêmes portant les organes de choc et traction du type se rapprochant le plus possible des pièces en usage sur les chemins de fer prussiens. Les locomotives sont pourvues du frein à air comprimé et du frein à main; le freinage agit comme dans les locomotives similaires à vapeur du type 2B1 de l'État prussien (c'est-à-dire à deux essieux porteurs, deux essieux moteurs et un essieu porteur) sur les deux côtés de chacune des roues motrices, sur le côté intérieur de chacune des roues de bogies et sur le côté extérieur des roues du bissel.

Sur le châssis est monté une caisse métallique fermée, à laquelle le personnel accède par de petites portes latérales et qui peut communiquer également avec le fourgon qui suit la locomotive par deux portes transversales situées aux deux bouts du véhicule. L'intérieur de la caisse ne comporte aucun compartiment à bagages; les deux extrémités forment deux cabines de mécanicien et le milieu est occupé par le transformateur et par un gros moteur. En plaçant ainsi la machinerie motrice au-dessus du châssis, au lieu de la mettre au-dessous, comme on le faisait généralement, on dispose de beaucoup plus de place. Le

Fig. 4 et 5. — Locomotives de la ligne Dessau-Bitterfeld pour trains de marchandises; élévation longitudinale et plan.

moteur unique aura une puissance de 700 chevaux en marche continue et de 1000 chevaux pour une marche d'une heure. Il commandera de chaque côté par des manivelles verticales les deux roues motrices accouplées par une bielle horizontale.

Cette disposition exige des précautions spéciales de joints pour permettre le déplacement du moteur solidaire du châssis par rapport aux roues. Les paliers du moteur

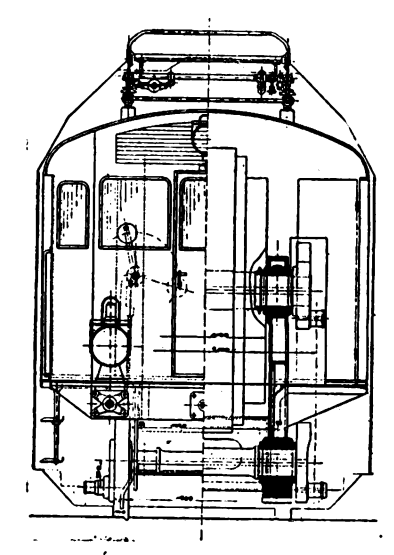


Fig. 6. — Élévation et coupe transversales.

seront pourvus d'un dispositif avertisseur de chauffage consistant en un alliage dont la fusion provoque un déplacement d'air dans un sifflet.

Le bâti du moteur est en deux parties, de sorte qu'on peut, quand la partie supérieure est enlevée, sortir l'induit par une grue. L'entrefer est de 3 mm.

Une locomotive, commandée à la Société Siemens-Schuckert, recevra un moteur série compensé. Une autre commandée à l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, aura un moteur à répulsion compensé type Winter Eichberg. Le réglage de la vitesse se fera statiquement par la tension variable du transformateur. Celui-ci, noyé dans l'huile, sera refroidi par un courant d'air circulant de bas en haut.

L'éclairage général de l'intérieur de la locomotive est obtenu par des lampes à incandescence à basse tension et à filament assez gros pour amortir les fluctuations du courant alternatif à 15 périodes pris sur une borne spéciale du transformateur. Les signaux seront éclairés par des lampes à pétrole afin d'éviter tout risque d'extinction; il y aura également des lampes à pétrole de secours dans les cabines de mécanicien.

L'effort à la barre de traction pourra atteindre 6000 kg; la vitesse varie de 85 km à 110 km : h et pourra même atteindre momentanément 130 km : h. La prise de courant se fait par deux archets montés sur parallélogramme.

Les locomotives pour trains de marchandises, représentées sur les figures 4 à 6 ont 10,500 m de longueur totale et pèsent 56 tonnes environ. Leur vitesse maximum sera de 60 km : h; elles pourront développer un effort de 9000 kg à la barre de traction. Elles ont quatre essieux à roues de 1,05 m accouplées de chaque côté par une bielle dont le milieu reçoit le mouvement par une bielle oblique d'un moteur unique disposé au-dessus du châssis à l'intérieur de la caisse comme dans les locomotives à voyageurs, dont on retrouve d'ailleurs toutes les dispositions générales.

Le moteur pourra développer 400 chevaux en marche continue et 600 chevaux pendant une heure et appartiendra à un type différent pour chacune des quatre locomotives commandées, ce qui permettra des essais comparatifs intéressants : moteur à répulsion compensé sur une machine de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, moteur série compensé sur une machine des Ateliers Felten, Guilleaume Lahmeyer, moteur série compensé aussi, mais à double collecteur sur une machine des Ateliers Maffei-Schwarzkopff; enfin moteur à répulsion sur une machine des Ateliers Brown, Boveri et Cie. Le réglage de la vitesse sera fait statiquement par la tension sur les trois premiers et par déplacement des balais sur le dernier.

On pourra obtenir avec ces locomotives monophasées, surtout celle à réglage par les balais, une puissance massique égale à celle des locomotives à courant triphasé ou à courant continu.

Locomotives électriques de la ligne de Long Island du Pennsylvania Railroad.

La Compagnie du Pennsylvania Railroad, qui a racheté le réseau récemment électrifié de Long Island s'étendant à l'est de la ville de New-York et où le service est fait pour les trains de banlieue par des voitures automotrices [1], vient de mettre en service sur cette ligne vingt-quatre locomotives électriques doubles construites par la Société Westinghouse.

Ces locomotives de 19,80 m de longueur totale sont constituées par deux machines motrices toujours accouplées et comportant chacune un bogie porteur à roues de 0,915 m, quatre roues motrices de 1,727 m. Les caisses qui les surmontent sont accouplées par soufflet permettant au mécanicien de passer de l'une à l'autre. L'accouplement des châssis a lieu par des tiges munies d'amortisseurs Westinghouse à friction. Le poids total de la locomotive double est de 151 tonnes dont 95 tonnes de poids adhérent.

La figure 1 donne le schéma de ces locomotives. La caisse de chaque demi-locomotive comprend trois compartiments principaux, un vers l'intérieur contenant un compresseur, un au milieu renfermant un gros moteur, et enfin au bout une cabine de mécanicien.

Chaque demi-locomotive porte un moteur à courant continu (la traction est à courant continu sur la ligne Long Island) pesant 19 tonnes et pouvant développer à 600 volts, 2000 chevaux, soit pour l'ensemble de la locomotive une puissance totale de 4000 chevaux qui doit permettre d'atteindre des vitesses de 96 km : h et de démarrer un train de 500 tonnes en rampe de 20 pour 1000.

[1] La description de cette installation a été donnée dans *La Revue électrique*, t. VII, 15 février 1907, p. 74.



Les quatre pieds du bâti du moteur sont fixés sur les longerons du châssis de la locomotive. Chaque moteur actionne de chaque côté, par une manivelle et une bielle inclinée, à rattrapage de jeu aux deux bouts, une bielle de conjugaison des deux essieux moteurs. Un accouplement élastique est intercalé entre l'induit du moteur et l'arbre des manivelles actionnant les bielles de commande afin d'éviter des détériorations des appareils de transmission mécanique en cas de court-circuit dans le moteur.

Le centre de gravité de la locomotive se trouve ainsi plus élevé que lorsque les moteurs sont placés sous le châssis, ce qui, on le sait, donne plus de stabilité contre les déraillements. Les bielles et manivelles pouvant être

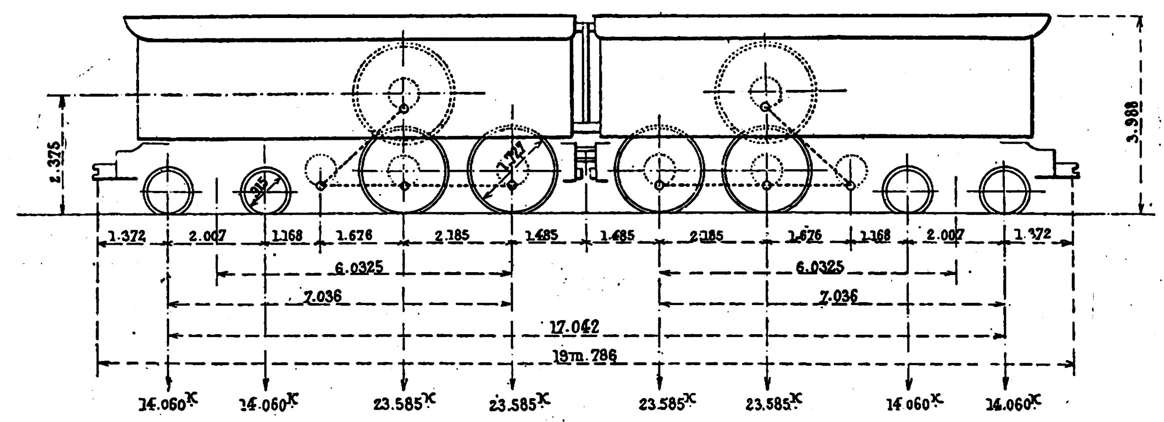


Fig. 1. — Locomotive électrique double de Long Island.

équilibrés d'une façon bien plus parfaite qu'avec les locomotives à vapeur, on arrive à annuler complètement les réactions sur la voie. En outre, le moment moteur étant constant, l'adhérence est plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, qu'avec la locomotive à vapeur.

Le moteur est à dix pôles et son circuit inducteur est en deux parties qu'on couple en parallèle pour la marche à faible vitesse; les variations légères de vitesse sont réalisées par intercalations de résistances en série. Une large ventilation du moteur est prévue non seulement naturelle par des canaux ménagés dans le bâti, mais artificielle par injection d'air comprimé. Les touches du collecteur en cuivre étiré et écroui, sont frottées par des anneaux en acier moulé posés sur du mica.

La commande du train peut être faite à chaque extrémité de la locomotive et peut agir sur un nombre quelconque (supérieur à deux au besoin) de demi-locomotives unitaires. Elle est effectuée par un système de contact tours électropneumatiques gouvernés par le courant à 20 volts d'une petite batterie d'accumulateurs (rechargée automatiquement) et actionnés par l'air comprimé provenant des compresseurs électriques. Celui-ci fournit, en outre de l'air actionnant les contacteurs et de l'air de ventilation des moteurs, l'air nécessaire au fonctionnement des freins Westinghouse.

Résultats d'exploitation de trois lignes anglaises de chemins de fer électriques.

L'Institution of Civil Engineers de Londres vient de publier dans son *Bulletin* trois communications relatives à l'exploitation de trois lignes de chemins de fer électrifiées, actuellement en service régulier en Angleterre.

La première de ces communications, faite par M. Shaw, traite de la ligne à courant alternatif simple, reliant la gare centrale de Liverpool aux stations de Park et de Rock Ferry, par dessus la Mersey, qui est connue sous le nom de Mersey-Railway et qui a été électrifiée parce que les lcomotives à vapeur ne permettaient plus d'assurer un service assez régulier pour attirer les voyageurs et faire concurrence aux tramways. Cette électrification a permis de doubler le nombre de trains-kilomètres et de faire passer de 43 850 000 à 67 330 000 le nombre de tonnes-milles, et de 96 millions à 127 millions celui des places-milles par an. En même temps les dépenses d'exploitation, intérêts de l'accroissement du capital immobilisé compris, ont passé de 48,5 à 23,8 pence par train-mille fourni.

Dans la Communication suivante, MM. J. Dalziel et J. Sayers décrivent l'installation électrique à courant alternatif simple de l'embranchement de Heysham, Morecambe and Lancaster, du Midland Railway, et rendent compte des résultats obtenus avec le matériel roulant en service, qui comprend trois trains complets.

Enfin, dans la troisième Communication, M. Harrison fournit quelques renseignements sur l'installation et les résultats obtenus sur les embranchements du North-Eastern Railway, qui desservent Tynemouth. L'électrification de ces lignes, alimentées avec du courant continu à 600 volts pris sur un troisième rail, a également permis d'augmenter considérablement le trafic, sans rien changer aux voies des gares terminus existantes. Elle a été effectuée sur toute la ligne sans interrompre le service des trains à vapeur.

Ces trois Communications ont donné lieu à une très longue discussion, dans laquelle divers membres de l'Institution ont fait ressortir les avantages et les inconvénients des différentes méthodes de traction électrique employées actuellement.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

TÉLÉGRAPHIE.

Les relais à action différée en télégraphie [1].

Les communications télégraphiques établies par appareils répétiteurs ou de translation peuvent être classées en deux catégories, selon qu'elles sont d'un caractère temporaire ou permanent.

Les premières ont pour objet de mettre momentanément en relation deux bureaux entre lesquels n'existe pas de liaison directe et qui sont de la sorte rendus à même d'échanger des correspondances, sans réception intermédiaire dans le bureau de passage; elles sont fréquentes dans le système de transmission directe connu sous le nom de système belge.

L'emploi du répétiteur dans ces reliements se justifie par le fait que les lignes reliées peuvent comporter des organes différents suivant leur affectation (circuits employés simultanément à la télégraphie et la téléphonie). Il évite d'ailleurs que de trop grandes inégalités se produisent entre les résistances des circuits sur lesquels les divers bureaux sont appelés à travailler et il permet d'employer pour tous les postes des piles de composition à peu près identique.

A raison même de ce que ces communications sont uniquement destinées à l'échange de quelques télégrammes isolés, leur durée est toujours très limitée.

Elles doivent, en conséquence, faire l'objet d'une surveillance constante, ou à peu près constante, de manière à être coupées dans le plus bref délai possible.

C'est pourquoi les translateurs sont équipés d'appareils détecteurs ou enregistreurs reproduisant en local les signaux échangés entre les postes mis en communication.

On a cherché à alléger autant que possible la sujétion résultant de cette surveillance des communications par translateur en réalisant des appareil auto-régulateurs ou en adjoignant aux instruments des dispositifs permettant aux bureaux extrêmes de provoquer automatiquement la rupture du reliement.

Mais la variété des circuits susceptibles d'être mis en connexion au moyen des répétiteurs rendant le réglage inévitable, on a trouvé qu'en pratique le procédé le plus simple, pour assurer l'intervention rapide des postes intermédiaires, consiste dans l'envoi de signaux à cadence caractéristique.

Il en est autrement pour les communications de la seconde espèce : le fait même qu'elles sont permanentes ou quasiment permanentes implique que les circuits ne changent pas, qu'ils sont aussi stables du moins autant que peuvent l'être des lignes télégraphiques.

Ce n'est donc qu'accidentellement qu'un réglage est ici nécessaire; il ne faut plus, dès lors, de surveillance continue, et, si les appareils de contrôle restent indispensables, ce n'est plus que pour permettre aux postes reliés d'attirer en temps opportun l'attention du bureau de reliement.

Le service de celui-ci est de beaucoup facilité, dans ces conditions, si son intervention peut être sollicitée automatiquement, c'est-à-dire par exemple si les appareils de surveillance n'entrent en fonctionnement que par la volonté expresse des bureaux terminaux.

L'utilité de cette automaticité du rappel s'est fait jour à la fois, pour les grands bureaux, que leur situation géographique avait conduit à choisir comme postes de concentration des translateurs reliant des lignes de long développement, et pour de petits postes, mis normalement hors circuit, à raison du peu d'activité de leur mouvement, mais qu'on voulait pouvoir toucher au besoin.

Dans les deux cas, le but à atteindre était le même, et les moyens employés pour y arriver ont été identiques : il fallait réaliser un dispositif qui ne fût pas sensible aux signaux ordinaires de la télégraphie, mais que l'on pût actionner au moment voulu au moyen d'une émission appropriée, de durée prolongée par exemple.

C'était, en somme, à très peu de chose près, le même problème à résoudre que celui qui s'est présenté, dans les installations de transmission et de distribution d'énergie par l'électricité, pour le déclenchement automatique des interrupteurs, et auquel il a été répondu à l'aide des instruments connus dans l'industrie sous le nom de relais à action différée.

Les dispositifs de ce genre existant aujourd'hui sont nombreux et probablement la plupart d'entre eux pourraient-ils être appropriés à la télégraphie, bien que les conditions où ils sont appelés à fonctionner ne soient pas strictement semblables à celles qui se présentent dans le travail télégraphique.

Ils ont en effet à fermer un circuit d'avertissement après un délai qui doit être en raison inverse de l'intensité de la manifestation dangereuse dont ils sont destinés à empêcher les conséquences perturbatrices, et ces manifestations ne se produisent qu'exceptionnellement, c'est-à-dire que ce n'est que rarement que le dispositif a un *commencement* de fonctionnement.

Au contraire, les relais à action différée de la télégraphie sont soumis à l'excitation constante de courants dont l'intensité est la même que celle de l'émission qui peut les faire entrer en jeu et qui en diffère exclusivement par sa plus grande longueur; or, il n'est pas difficile de comprendre que la succession rapprochée des signaux ordinaires peut avoir pour conséquence, si l'on n'y prend garde, de faire fonctionner l'avertisseur, le recul, pendant les pauses, n'étant pas suffisant pour ramener la partie mobile à la position de repos et cette partie s'approchant ainsi davantage, à chaque émission, de la position de travail.

A défaut de disposition convenable pour corriger

[1] HENRY, *Journal télégraphique*, t. XXXIV, 25 avril 1910, p. 73-76.

cet inconvénient, l'opérateur serait amené à accentuer le rappel de ladite partie mobile, ce qui aurait immanquablement pour conséquence de nuire à la sensibilité du système.

Heureusement, en pratique, même dans le travail par appareil Morse, où la longueur des émissions, comparativement à celle des intervalles, est plus marquée qu'en aucune autre méthode, le rapprochement et la succession des signaux sont rarement tels qu'ils occasionnent le fonctionnement intempestif de l'avertisseur, de la façon que nous avons indiquée.

Aussi de bons résultats sont-ils couramment obtenus, en Belgique, au moyen de l'avertisseur bien connu de M. Ed. Buels.

Cet avertisseur, que l'on peut vraisemblablement considérer comme le premier relais à action différée, utilisé en télégraphie, est employé pour les postes auxiliaires, pour les bureaux à trafic peu mouvementé, et qui n'ont que rarement à intervenir sur le circuit passant par leurs appareils.

En Angleterre, l'usage des relais à action différée est fréquent dans les bureaux où sont établies des liaisons permanentes par translateurs entre lignes à grande distance; il n'est pas exceptionnel d'avoir là une trentaine de répétiteurs réunis et la surveillance de ces appareils serait absolument onéreuse; on la supprime pour ainsi dire totalement grâce aux relais en question.

Le *Post Office Electrical Engineers Journal* (1) a décrit récemment quelques-uns des modèles de relais employés par l'Administration anglaise, sous le nom de *silencer*, dénomination provenant du rôle qu'ont les dispositifs dont il s'agit de rendre silencieux les sounders de surveillance, jusqu'au moment où il est utile qu'ils parlent.

Le silencer le plus répandu est un appareil à mécanisme d'horlogerie, dans lequel l'armature du relais à action différée, fixée à un levier à contrepoids, est munie d'un bec à ressort s'appuyant légèrement au repos contre la surface du cylindre que le mécanisme anime d'un mouvement de rotation uniforme.

Lorsque les relais du répétiteur sont tous deux au repos, l'électro-aimant du silencer est excité et agit sur son armature, qu'il attire malgré l'action opposée du contrepoids; chaque fois que le courant est coupé, ce contrepoids déplace le levier et presse le bec contre le cylindre, avec une pression suffisante pour que l'extrémité soit entraînée dans le mouvement.

Si cet embrayage à frottement se maintient durant une vingtaine de secondes, l'oscillation du levier de l'armature devient suffisante pour porter l'extrémité opposée, garnie d'une lamelle élastique, contre un butoir fermant le circuit du sounder de contrôle.

Pour mettre celui-ci en jeu, les bureaux intéressés n'ont donc qu'à envoyer sur la ligne un courant de la durée prémentionnée.

Pour replacer les choses en état, l'opérateur chargé de surveiller les communications envoie dans l'enroulement de l'électro-aimant un courant local au moyen d'un bouton *ad hoc*; un second bouton lui permet, par contre, de couper le circuit dudit électro-aimant, afin d'insérer le sounder dans le circuit de travail, lorsqu'il veut surveiller la relation.

(1) J.-J. HARDIE, *Post Office Electrical Engineers Journal*, juillet 1909.

L'inconvénient essentiel de ce dispositif est de comporter un mécanisme relativement compliqué. Pour y remédier, on a substitué au cylindre un amortisseur pneumatique, du même genre que le soufflet de l'avertisseur Buels, mais avec une soupape d'échappement destinée à éviter la défectuosité possible dont nous avons parlé (*fig.* 1).

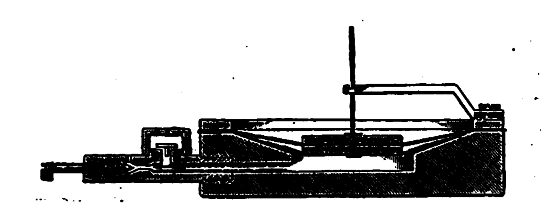


Fig. 1. — Amortisseur pour relais télégraphiques à action différée.

Cet amortisseur est formé d'une petite boîte ronde fermée par un diaphragme de soie huilée, au centre duquel est relié le levier de l'armature; lorsque celle-ci s'abaisse, à l'attraction, elle chasse l'air de la boîte par la soupape; mais la rentrée ne peut se faire que par un mince robinet à cône; les déplacements vers le haut sont donc très amortis, et il faut que l'armature soit relâchée pendant une vingtaine de secondes, encore une fois, pour que l'amplitude du mouvement soit suffisante pour mettre le sounder en circuit.

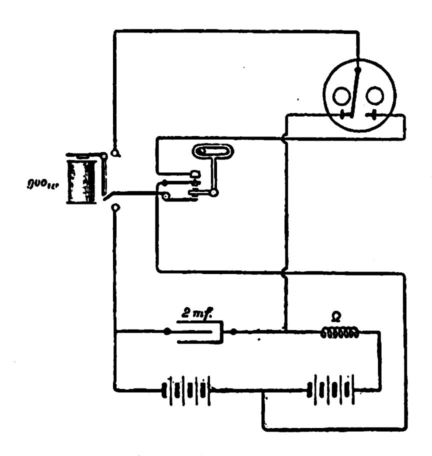


Fig. 2. — Dispositif Murray et Godfrey.

On remarquera que c'est par l'interruption de leur courant que fonctionnent les deux silencers décrits ci-dessus; ce montage est nécessaire par suite du mode d'installation des translateurs en usage en Angleterre; mais il va de soi que rien n'empêcherait, au point de vue du silencer même, de modifier l'agencement pour établir le fonctionnement par courant de travail, comme cela a lieu dans les postes montés suivant le système Buels.

Une disposition originale, due à M. D. Murray et per-

fectionnée par M. Godfrey, permet d'ailleurs d'échapper à la dépense exagérée de courant des premières. Dans cette disposition, il y a pour chaque sounder un condensateur de deux microfarads, une clé commutatrice spéciale et une résistance d'un mégohm, montés comme il est représenté à la figure 2.

Au repos, la pile locale ferme son circuit sur le sounder mais par l'intermédiaire de la résistance, et l'intensité du courant n'est pas suffisante pour que l'instrument fonctionne; lorsque l'armature du relais de contrôle est attirée, la pile charge le condensateur; toutefois, elle ne peut fournir qu'un très faible débit et elle ne lui donne une charge correspondant au voltage disponible qu'après 20 secondes; si l'armature retombe avant l'expiration de ce délai, le condensateur, en se déchargeant sur le sounder, ne peut le faire fonctionner; si la charge a été complète, le sounder déclenche; le mouvement de l'armature déplace, au surplus, la clef spéciale, et à partir de cet instant le sounder est normalement en circuit et il traduit les déplacements du relais; pour le rendre silencieux, il faut replacer la clef dans la position de repos.

Cette clef est constituée par un levier en L, oscillant autour de son angle et portant, à sa partie supérieure, une glissière à bille; lorsque le levier bascule, sous le choc de l'armature du sounder, la bille, qui le tenait dans la position de repos, est chassée vers l'extrémité opposée de la glissière et l'immobilise dans cette nouvelle position.

Dans les relations par appareils Hughes, il est d'usage d'échanger éventuellement les communications de service avec le bureau intermédiaire au moyen de signaux Morse; la durée de ces signaux, notablement supérieure à celle des émissions Hughes, permet de réaliser très simplement un silencer qui rende le sounder muet pour les signaux Hughes, tout en le laissant apte à répondre instantanément aux signaux Morse.

Ce silencer est formé d'une roue de grand diamètre et massive, montée sur un axe horizontal à proximité du sounder, et à la périphérie de laquelle est fixée une masse réglable d'ailleurs, qui en déplace légèrement le centre de gravité; une goupille que présente cette roue, à hauteur convenable, bute contre une tige fixée au levier d'armature du sounder et tend à maintenir ce levier à distance des pôles (¹).

Les émissions brèves de Hughes sont trop courtes pour vaincre l'inertie de la roue et de la masse et elles ne déplacent pas le levier du sounder; les signaux Morse, ou tout au moins les barres de quelque durée, y parviennent; la roue une fois déplacée, son centre de gravité arrive de l'autre côté de l'axe de rotation et le sounder de contrôle est totalement libéré.

Tous ces instruments sont, comme on le voit, peu compliqués, et il est bien d'autres façons, également bonnes sans doute, d'en réaliser de nouveaux en s'inspirant, par exemple, des principes appliqués dans les relais à action différée dont l'industrie électrique fait emploi : amortissement à liquide (Garrard, Andrews), à adhérence (Statter); relais-dynamo (Alioth, Siemens-Schuckert, Westinghouse, Brown-Boveri), à thermomètre à air (Garrard), etc.

(¹) C'est évidemment, sous une autre forme, le même dispositif que la clef à bille du système précédent.

Relais télégraphiques Battaglia (¹).

Un bon nombre d'appareils rapides imprimeurs très ingénieux se disputent aujourd'hui le champ de la télégraphie et menacent de reléguer au musée le célèbre télégraphe de Wheatstone.

L'appareil Wheatstone ne jouit plus des sympathies des télégraphistes à cause de l'ennuyeuse traduction des signaux et de la fatigante perforation de la bande; il reste cependant toujours très apprécié et en usage auprès de certaines administrations qui ont peine à renoncer à sa simplicité et sa parfaite sûreté.

Le relais Battaglia a la forme extérieure du Standard-relay of General Post Office; la forme et la disposition de la magnéto et des bobines sont pareilles; la différence consiste en ce qui suit :

Le chariot des vis de contact est supprimé; au lieu de ce chariot, c'est la vis régulatrice x (*fig.* 1) qui meut les

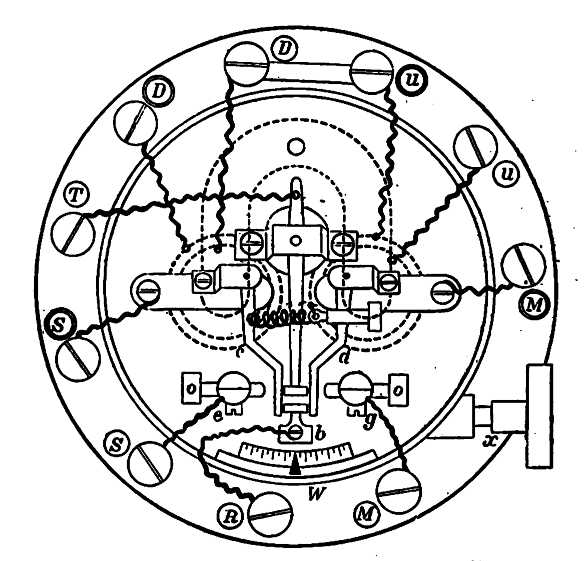


Fig. 1. — Relais télégraphiques Battaglia.

bobines; celles-ci sont poussées contre cette vis par un ressort agrafé au support de la vis x. Les indications *marking*, *spacing* mises à côté de la vis x restent telles quelles.

L'axe de la languette repose en sa partie inférieure sur un petit support isolé; l'axe communique directement avec la borne de la base en bois.

De cette manière la masse reste isolée et l'on peut ouvrir et fermer le couvercle et manier la vis régulatrice x sans recevoir les décharges atmosphériques ou les secousses de la pile. Cette disposition sert aussi à éviter les courts-circuits si faciles à se produire entre les angles de la masse et les fils internes de communication.

Sous le couvercle, la plaque de cuivre est remplacée par une plaque d'ébonite soutenue par trois colonnettes de cuivre.

Sur la plaque d'ébonite est un petit cadran sur lequel, grâce à un index W soudé au support supérieur des

(¹) *Journal télégraphique*, t. XXXIV, 25 juin 1910, p. 121-132.



bobines, on peut trouver du premier coup d'œil le point neutre de la position des bobines mêmes et déplacer celles-ci d'un certain nombre de degrés à droite ou à gauche (*marking*, *spacing*).

Sur la plaque d'ébonite se trouvent, en outre, un petit marteau fixe *b*, absolument pareil à celui de la languette, et deux petits leviers *c*, *d*. Un ressort à hélice sollicite ces deux leviers à rester appuyés, en même temps, au marteau de la languette et au marteau fixe *b*, écartés par conséquent des vis de contact *e*, *g*.

Le ressort aboutit, d'un côté, à un isolateur-support placé sur le petit levier *c*; de l'autre, il est agrafé à une petit vis régulatrice fixée sur le levier *d*.

Le ressort passe au-dessus de la languette sans la toucher.

La base porte tout à l'entour dix bornes disposées et communiquant comme sur la figure.

Les lettres qui distinguent les bornes sont les initiales des mots anglais Up, Down, Tongue, Spacing, Marking, Rest.

Si un courant positif circule dans les bobines, le marteau de la languette pousse le levier *d* contre la vis *g*, laissant le levier *c* en contact avec le marteau *b*. S'il passe un courant négatif, le marteau mobile revient en arrière, laisse le levier *d* en contact avec le marteau *b*, heurte le levier *c* et le pousse contre la vis *e*. Si, dans les bobines, il ne circule plus de courant, les leviers, sous l'action du ressort à hélice, ramènent le marteau mobile au milieu et établissent avec le marteau *b* quatre contacts qui, tous ensemble, constituent la position de repos.

On voit déjà la possibilité de former avec deux seuls de ces relais une translation à double courant. Dans chacun de ces relais, en effet, se vérifient les trois conditions nécessaires à cette fin, à savoir : une position de réception, au milieu, et deux vis de travail *e*, *g*, qui seront reliées à deux batteries de nom contraire.

On voit aussi facilement que le relais Battaglia peut fonctionner comme inverseur si l'on fait communiquer les pôles d'une pile aux leviers *c*, *d*, la languette à la ligne et le marteau *b* à la terre.

Mais l'inventeur n'attache pas à ces applications et aux autres applications possibles une importance aussi grande qu'à celle consistant dans la substitution des relais freinés sur les *fast repeaters*.

Les techniciens connaissant les *fast repeaters* savent combien il est difficile de régler le relais freiné; ils voient avec combien plus de facilité et plus de sûreté ce même but est atteint avec le relais à six contacts.

Pour cela, le relais Battaglia peut prendre deux positions différentes. Dans la première position, à l'état de travail, le circuit local se ferme sur les leviers *c*, *d*, reliés tous deux au pôle positif de la pile et les vis de contact *e*, *g*, reliées toutes deux au pôle négatif; la languette remplit une fonction purement mécanique. Dans le circuit de la pile locale est inclus le commutateur automatique; il est traversé par le courant seulement quand la languette pousse l'un ou l'autre des leviers contre les vis de contact.

Dans la seconde disposition, on fait communiquer la languette avec le pôle positif de la pile locale et une extrémité du fil des bobines du commutateur automatique, tandis qu'on fait communiquer l'autre extrémité du fil des bobines et le pôle négatif de la pile avec le marteau fixe *b*. Il est évident qu'à l'état de repos du relais, le courant ne traverse pas le commutateur automatique, mais suit la voie très courte de la languette au marteau fixe par les extrémités des leviers *c*, *d*. A l'état de travail du relais, les contacts centraux sont interrrompus; le courant est contraint de parcourir les bobines du commutateur automatique.

La seconde disposition entraîne une consommation considérable de la pile, puisque celle-ci est toujours en circuit fermé, comme il vient d'être dit, ou à travers les bobines du commutateur automatique ou par le chemin plus court des contacts centraux du relais. Cette position est cependant préférable à la précédente, parce que le courant qui traverse le commutateur ne dure pas seulement pendant que les leviers sont en contact, mais durant l'intervalle d'un contact à l'autre, de sorte qu'il est presque continu.

TÉLÉPHONIE.

Récepteur téléphonique thermique (¹).

Le principe de ce récepteur est le suivant : un fil, traversé par le courant microphonique, est tendu entre une membrane et un point fixe; sous l'influence de la chaleur dégagée à chaque instant par le courant, le fil s'allonge ou se raccourcit et la membrane se met à vibrer à l'unisson du son transmis.

J.-E. Taylor a fait quelques expériences dans le but d'augmenter la sensibilité de cet appareil. Pour cela, faisant appel à un principe employé dans certaines applications électriques, telles que l'électromètre absolu, le récepteur Bell, le relais polarisé, etc., il a superposé, au petit courant variable, un fort courant primaire.

Parmi les métaux employés, des fils fins de cuivre de $\frac{1}{1000}$ de pouce de diamètre ou des rubans de bronze phosphoré de section un peu plus forte ont donné les meilleurs résultats et le maximum de sensibilité était obtenu dans les environs du point de fusion. Le cuivre doit cette sensibilité à son large coefficient de dilatation et parce qu'on peut en prendre une grande longueur sans introduire une résistance excessive. Ces expériences prouvèrent que la sensibilité de ce récepteur pouvait approcher celle du Bell, et qu'avec un fort courant « primaire », des fils et rubans considérablement plus forts pouvaient donner une claire et distincte audition. L'emploi de fils plus forts permet de se servir d'un courant primaire plus intense et d'opérer à plus haute température et, dans ce cas, le refroidissement dû à la convection et à la radiation est plus rapide qu'à basse température. L'immersion du fil, dans un liquide isolant ou dans de l'acide dilué, a été envisagée, mais sans que des expériences aient été faites dans cette direction.

Il est possible d'employer cet appareil pour les mesures sur les circuits téléphoniques. Il donne un moyen d'ajuster la résistance et la self-induction du système récepteur, de façon à absorber l'énergie reçue sans faire intervenir la réactance du récepteur.

(¹) *Post Office Electrical Engineers Journal*, résumé dans la *Technique moderne*, t. II, 15 juillet 1910, p. 415.



ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

HYDROGÈNE.

La fabrication de l'hydrogène au moyen des produits du four électrique.

La consommation de l'hydrogène est devenue relativement considérable par suite du développement pris dans ces dernières années par les ballons dirigeables; aussi a-t-on cherché les moyens les plus économiques pour la fabrication en grand de ce gaz et, dans un article publié dans le *Journal für Gasbeleuchtung* du 28 mai, M. O. Sackur examinait les divers procédés récemment proposés dans ce but.

Les procédés purement chimiques sont encore les plus utilisés. Parmi ceux-ci il convient de rappeler le vieux procédé de la décomposition de la vapeur d'eau par le fer chauffé au rouge avec réduction ultérieure de l'oxyde de fer formé dans la réaction; ce procédé a été récemment l'objet de recherches de MM. Dellvik et Fleischer en vue de perfectionner la pratique de la réduction de l'oxyde. Un autre procédé chimique peu coûteux consiste à préparer du gaz à l'eau et à faire passer ce gaz mélangé de vapeur d'eau sur de la chaux vive à la température de 450° à 500°; on a la réaction

$$CaO + CO + H^2O = CaCO^3 + H^2;$$

c'est le procédé préconisé par la Chemische Fabrik Giseskern-Elektron; il donne de l'hydrogène presque pur à environ 0,10 fr le mètre cube.

On a d'ailleurs tenté d'utiliser l'hydrogène résultant de l'électrolyse des solutions aqueuses de chlorure de sodium, produit en énorme quantité dans les usines à soude caustique et resté jusqu'ici à peu près sans emploi. Mais les usines de ce genre sont généralement situées dans les pays montagneux par suite de la nécessité où elles sont de se procurer l'énergie électrique à bon compte. Dès lors elles sont le plus souvent très éloignées des centres de consommation d'hydrogène et les frais de transport de ce gaz sous pression deviennent prohibitifs. Aussi, comme procédé électrolytique de préparation de l'hydrogène, n'emploie-t-on guère que celui qui consiste à électrolyser une solution de soude caustique, ce procédé donnant en même temps de l'oxygène dont la vente est déjà par elle-même rémunératrice.

Mais entre les procédés purement chimiques et les procédés utilisant directement l'énergie électrique viennent se placer de nombreux procédés qui utilisent indirectement cette énergie; dans ces procédés l'électricité est utilisée à la production d'un corps facilement transportable permettant d'obtenir par voie chimique de l'hydrogène sur le lieu même de consommation.

Un procédé de ce genre, déjà ancien, utilise comme matière première le carbure de calcium. Celui-ci est traité par l'eau pour donner de l'acétylène et cet acétylène est, après avoir été comprimé, dissocié en ses éléments, carbone et hydrogène; ce procédé a été, comme on sait, indiqué dès l'origine des applications industrielles du carbure de calcium par M. Hubou en vue de la préparation d'un charbon très pur connu sous le nom de noir d'acétylène; il est aujourd'hui employé par la Carbonium Gesellschaft.

Un autre procédé du même genre consiste à traiter l'aluminium, produit au four électrique, par la soude caustique. Ce procédé n'est pas économique, mais il présente, pour la préparation de l'hydrogène destiné au gonflement des ballons militaires, l'avantage de n'exiger qu'un poids de matière assez faible par mètre cube d'hydrogène produit (4,1 kg de réactifs par mètre cube, alors que la fabrication par l'acide sulfurique et le fer exige 6,4 kg de réactifs); ce procédé a été, paraît-il, employé par les Russes dans la guerre russo-japonaise. En se plaçant au même point de vue, le calcium, qu'on prépare aujourd'hui par électrolyse, ou mieux encore l'hydrure de calcium, est plus avantageux; avec l'hydrure de calcium, il suffit de 0,900 kg de réactifs par mètre cube d'hydrogène; ce procédé est préconisé en France par M. Jaubert, et en Allemagne par l'Elektrochemische Fabrik de Bitterfeld.

Parmi les autres procédés utilisant indirectement l'énergie électrique signalons encore celui du Consortium pour l'industrie électrochimique de Nuremberg qui fait l'objet du brevet allemand 215768. Il consiste à décomposer une solution de soude caustique additionnée de chaux par le silicium préparé au four électrique. Le gaz ainsi obtenu est très pur; le poids de réactifs nécessaire par mètre cube est de 2,2 kg.

AZOTE.

Sur la formation de l'oxyde azotique au moyen de l'arc court à courant continu, avec anode refroidie (1).

Des études sur la formation de l'oxyde azotique avec un petit arc à courant continu ont déjà été faites, notamment par Morden qui a déterminé la concentration de cet oxyde en fonction de la pression et de l'intensité de courant. Cet auteur a constaté qu'en faisant passer l'air aussi lentement que possible, la proportion atteint à peine 5 pour 100 de AzO pour une pression de 100 mm de mercure. Avec 200 mm de pression, on obtient 8,5 pour 100; puis 9,5 pour 100 lorsque la pression est de 300, 400 et 500 mm. Au-dessus de cette pression, la concentration diminue à nouveau. En augmentant considérablement la vitesse de l'air, la concentration baisse entre 1 et 2 pour 100; mais le rendement maximum, correspondant à environ 90 g d'acide nitrique par kilowatt-heure, est atteint avec une pression de 500 à 600 mm de mercure.

(1) Wilhelm Holwech, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XVI, 1er juin 1910, p. 369.



Wilhelm Holwech, dans ses essais, a fait usage d'un arc court à courant continu avec cathode chaude et anode froide. Les conclusions de ses études sont les suivantes :

Les résultats de Morden ont été sensiblement vérifiés. Le rendement de 80 g AzO^3H par kilowatt-heure a pu être atteint. Ce sont les arcs les plus courts avec les faibles vitesses qui donnent les concentrations les plus élevées (maximum obtenu, 9 pour 100 de AzO).

En étudiant l'arc à l'aide d'une sonde en iridium, on constate que, lorsque l'anode est refroidie et qu'il n'y a pas alors de vapeur d'électrode, le champ reste constant jusque dans le voisinage des électrodes.

Pour une longueur d'arc déterminée, plus le champ exprimé en volt par centimètre est intense, plus s'élève le rendement et par conséquent la concentration maxima qu'on peut atteindre, et cela tant que la température de l'arc n'est pas trop haute. Si celle-ci monte trop, les phénomènes thermiques l'emportent sur les phénomènes électriques et l'on obtient des valeurs plus faibles de la concentration maxima.

Comme la chute de tension à l'anode et à la cathode est limitée au voisinage immédiat des électrodes, celles-ci n'interviennent pas dans le rendement. Elles ne peuvent pas même agir sur les actions thermiques, car la température aux électrodes est déterminée par des influences étrangères (refroidissement de l'anode en argent, échauffement de la lame d'iridium qui ne peut pas atteindre une température supérieure à celle de son point de fusion sans que l'essai ne soit interrompu).

Si l'on considère que les arcs longs employés en pratique travaillent avec une chute de tension dans l'arc inférieure à 10 volts par centimètre, les intensités de champ des arcs courts peuvent paraître très élevées puisqu'elles atteignent 100 à 200 volts par centimètre.

Les rendements des arcs ordinaires à moins de 10 volts par centimètre sont, comme on sait, de 60 à 75 g AzO^3H par kilowatt-heure. Les arcs courts ici étudiés ayant plus de 200 volts par centimètre ont des rendements comparables. Mais les concentrations atteintes avec ces rendements sont ici bien plus favorables lorsqu'on emploie les arcs à grande intensité de champ que dans le cas des arcs ordinaires à faible intensité de champ. C'est ainsi qu'on peut obtenir une teneur de 3,5 à 4 pour 100 de AzO pour un rendement de 60 g de AzO^3H par kilowatt-heure.

On peut conclure de ces essais que dans les arcs ordinairement employés, la formation de AzO est thermique, tandis que les arcs courts étudiés ici sont caractérisés par une formation électrique de AzO. Dans ce dernier cas, la température de l'arc court à courant continu est en effet si faible que les pointes des fines sondes en iridium ne se ramollissent même pas. L. J.

ALUMINIUM.

Électrodéposition de l'aluminium [1].

Jusqu'ici il a été impossible de déposer l'aluminium par électrolyse de solutions aqueuses d'un sel de ce métal. Tout récemment, deux expérimentateurs, MM. Tucker et Thomssen, sont arrivés à un résultat intéressant, mais dans des conditions toutes particulières.

Exposant les résultats de leurs recherches, ces expérimentateurs ont montré qu'il fallait animer la cathode d'une grande vitesse dans un électrolyte pâteux pour arriver à obtenir un dépôt.

Débutant à la vitesse angulaire de 3200 t : m, il a fallu monter à 5000 t : m, puis à 10000 t : m pour se rendre compte que c'était dans cette voie que l'on pouvait arriver. Ces vitesses élevées ont été obtenues à l'aide d'une turbine à air comprimé.

Poussant l'allure à 15000 et même 20000 t : m (mesures faites par comparaison avec une sirène), faisant varier également la température et la densité de courant, MM. Tucker et Thomssen ont obtenu d'excellents dépôts d'aluminium à froid dans les conditions suivantes : cathode, cuivre de 5 mm de diamètre; anode, feuille d'aluminium de 35 cm²; électrolyte, solution pâteuse de chlorure d'aluminium; température, 30° C. à 40° C.; durée de l'opération, 5 à 6 minutes, vitesse angulaire, 15000 t : m; intensité, 2 à 4 ampères; tension, 15 volts; densité de courant, 0,085 A : cm². La turbine étant mise en mouvement par de l'air comprimé à 2 kg : cm².

ÉTAIN.

Extraction de l'étain des déchets de fer-blanc.

En raison de la rareté relative de l'étain et de l'accroissement constant du prix de ce métal, sa récupération des déchets de fer-blanc a donné lieu à de très nombreuses recherches, dont quelques-unes ont été signalées antérieurement dans ce journal. Une étude très complète sur cette question a été récemment publiée dans l'*Iron and Coal Trades Review;* dans une de ses dernières publications, la Société des Ingénieurs civils de France donnait le résumé suivant de cet important travail.

Dès 1876, Keilh recommandait de traiter les rognures de fer-blanc en les soumettant à l'électrolyse dans une solution alcaline. La Société Theodor Goldschmidt a commencé à exploiter cette méthode en 1882 en prenant les rognures étamées comme anode et du fer comme cathode, la solution de soude étant chauffée. C'est la base de la méthode électrolytique pour le désétamage. Mais si ce procédé est facile à employer dans le laboratoire, il en est tout autrement dans la pratique industrielle.

Si on laisse de côté la théorie moderne des ions, on peut expliquer l'opération en disant que le courant électrique décompose l'eau et porte l'oxygène à l'anode en formant de l'oxyde d'étain qui se dissout dans l'excès de soude caustique pour faire du stannate d'étain, tandis que l'hydrogène se porte à la cathode et y précipite l'étain de la solution. Il est nécessaire qu'il y ait de la soude caustique libre, mais cette soude absorbe continuellement l'acide carbonique de l'air et forme du carbonate de soude. De plus, il se dissout plus d'étain à l'anode qu'il ne s'en dépose à la cathode, à cause de la plus grande surface du premier. La soude caustique libre a dès lors une tendance à disparaître et l'électrolyse ne s'opère plus qu'imparfaitement. Il faut donc maintenir continuellement un excès de soude caustique libre suffisant, car, s'il n'en

[1] S.-A. Tucker et E.-G. Thomssen, *The Electrician*, t. LXV, 13 mai 1910, p. 201.

reste pas assez, le désétamage ne s'opère plus bien et, en outre, la qualité de l'acier sur sôle qu'on fait avec les rognures s'en ressent s'il reste trop d'étain. Dans les dispositions qu'on emploie pour chauffer les bains, il faut avoir soin d'éviter la formation de courts-circuits, ce qui réduirait le rendement.

Les rognures d'étain sont placées dans une sorte de panier en communication avec le pôle positif. La construction de ce panier donne lieu à quelques difficultés; il doit avoir des dimensions assez faibles, car, autrement, les matières placées au centre échapperaient à la réaction.

Les rognures de fer-blanc sont assez volumineuses sous un faible poids et l'on ne peut les comprimer, parce que le liquide n'y aurait plus accès facilement; on ne peut donc pas mettre dans chaque panier plus de 10 à 20 kg, et il en résulte des manipulations assez considérables.

Ce n'est qu'au prix de beaucoup de précautions et d'une surveillance continue de la composition du bain qu'on arrive à enlever complètement l'étain du fer, de manière à pouvoir vendre ce dernier aux aciéries. Malgré tous les soins, il reste encore au moins de 0,1 à 0,2 pour 100 d'étain et quelquefois 0,3 à 0,5 pour 100, mais ces proportions permettent l'emploi du fer pour les fours à sole.

L'étain se dépose à la cathode sous la forme d'un dépôt spongieux qu'on enlève facilement et qu'on fond pour lui donner une forme marchande. Les points faibles du procédé sont la nécessité de grandes précautions, l'opération sur de faibles quantités, ce qui entraîne beaucoup de main-d'œuvre, et enfin une perte relativement forte d'étain. Cette dernière est due à ce que, lorsqu'on enlève des bains le fer désétamé, il reste sur la surface du liquide riche en étain. Comme la surface des rognures traitées par jour dans l'usine Goldschmidt, à Essen, représente quelque chose comme 50 000 m², on voit que la quantité de liquide perdu est très importante, même pour une couche extrêmement mince. L'étain obtenu par ce procédé contient 97 à 98 pour 100 de métal pur; il y a quelques traces de plomb qu'on ne peut éviter, même avec les plus grands soins.

Tandis qu'il y a environ vingt-cinq ans, ce furent les progrès de l'industrie électrique qui rendirent possible l'emploi de la méthode électrolytique d'extraction de l'étain du fer-blanc, le procédé au chlore est le résultat de l'abaissement du prix du chlore électrolytique et la possibilité de le liquéfier. Au milieu du dernier siècle, l'emploi de ce gaz pour enlever l'étain du fer-blanc avait été l'objet de nombreuses patentes en Angleterre et aux États-Unis; les plus intéressantes sont celles de Higgins, 1854; Parmela, 1870; Seeley, 1872, et Panton, 1873.

On avait reconnu de bonne heure que l'emploi du chlore sec était nécessaire. Le chlore à l'état de siccité se combine avec l'étain en dégageant beaucoup de chaleur et donne naissance à du tétrachlorure anhydre d'étain, qui est un liquide fumant très dense découvert par Libavius en 1605. Si l'on fait passer du chlore sec sur des rognures de fer-blanc, l'étain est attaqué, mais le fer ne l'est pas. Le procédé est, on le voit, fort simple, mais il a fallu une cinquantaine d'années pour le rendre industriel.

Les difficultés, en effet, étaient nombreuses. D'abord il fallait arriver à produire le chlore à un prix suffisamment abordable; ensuite, il arrive qu'après l'attaque par le chlore, la surface du métal est recouverte d'une couche de liquide dégageant des fumées corrosives dont l'effet sur les yeux et les narines des ouvriers est des plus pernicieux. On ne peut se servir d'eau pour enlever ce liquide, car le tétrachlorure d'étain étendu d'eau attaque fortement le fer, ce qui rend les deux substances sans valeur commerciale.

Le premier qui réussit pratiquement à se servir de ce procédé fut Lambotte, qui établit à Bruxelles, vers 1880, un atelier avec un four vertical dans lequel les déchets de fer-blanc étaient introduits par le haut et le chlore gazeux mêlé d'air par le bas. Le chlore se combinait avec l'étain et l'air emportait les vapeurs de tétrachlorure dans un appareil de condensation. On extrayait les rognures de fer de la partie inférieure du four.

La principale difficulté avec cette méthode est dans l'extrême facilité que présentent les rognures à se rouiller, comme du reste dans les autres procédés avec emploi du chlore. Même avec toutes les précautions prises pour éviter l'humidité, la rouille se produit très vite. Cela tient à ce que le chlore n'est pas tout à fait sans action sur le fer, mais forme une couche presque invisible d'oxychlorure anhydre à la surface du fer. Si le métal se trouve au contact de l'air, cet oxychlorure attire l'humidité et produit de la rouille en passant à l'état de chlorure de fer, lequel, en présence d'air humide, repasse à l'état d'oxychlorure; celui-ci est réduit par le fer et reforme de la rouille, et ainsi de suite. Ce fait ayant été bien constaté, on a cherché à l'empêcher en enlevant cette couche très mince de chlorure de fer par un procédé spécial de lavage.

CUIVRE.

Traitement des boues de raffinage du cuivre.

Dans un article publié dans *The Australian Mining Standard* du 16 février 1910, M. H. SCHRODER décrit trois installations de raffinage électrolytique du cuivre, situées, la plus ancienne (1892) à Wallaroo (25 tonnes par semaine), la seconde (1901) à Lithgow (150 tonnes par semaine), enfin la dernière (1909) à Port-Kembla (250 tonnes par semaine).

Les boues de raffinage, préalablement débarrassées du cuivre, sont lavées, séchées et fondues avec du bicarbonate de sodium. On obtient un lingot renfermant 98 pour 100 d'argent et d'or que l'on traite comme anode dans un bain d'azotate d'argent additionné d'acide azotique. On a ainsi de l'argent à 99,8 pour 100 de pureté sous forme de beaux cristaux. La boue aurifère du compartiment anodique est traitée à chaud par l'acide azotique ou l'acide sulfurique, ou un mélange des deux acides; elle est ensuite séchée et fondue avec du borax et du salpêtre, et enfin coulée en barres titrant 99,8 pour 100.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,
Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie;
Vu les articles 16 des cahiers des charges types des distributions publiques d'énergie électrique en date des 17 mai et 20 août 1908;
Vu l'avis du Comité d'électricité;
Vu l'arrêté ministériel du 2 juin 1909,

Arrête :

Les compteurs servant à mesurer les quantités d'énergie électrique livrées au public par les concessionnaires ou permissionnaires de distributions publiques d'énergie électrique, soumises aux clauses et conditions des cahiers des charges types en date des 17 mai et 20 août 1908, devront satisfaire, par application de l'article 16 desdits cahiers des charges, aux conditions ci-après énumérées :

Définition du type.

ARTICLE PREMIER. — Le type de compteur est défini par ses dessins de construction.

Sont considérés comme de même type les compteurs de calibres différents, construits sur les mêmes dessins et dont les différences ne portent que sur les bobinages qui restent, d'ailleurs, semblablement placés.

Le type peut comporter l'emploi d'appareils accessoires, tels que transformateurs, etc.; ces accessoires forment partie intégrante du compteur.

Chaque type de compteur porte un nom; si le même nom s'applique à plusieurs calibres du même type, chaque type porte, en outre, un numéro de série caractéristique. Le nom et le numéro de série figurent sur les plaques des appareils mis en service.

Constitution du dossier de demande d'approbation.

ART. 2. — Le dossier de demande d'approbation contient les pièces suivantes :

1° Les dessins d'exécution à des échelles suffisantes pour en permettre la lecture facile;

2° Une notice descriptive exposant le principe du compteur, décrivant son mécanisme et son fonctionnement, donnant le détail des causes d'erreur et indiquant la manière dont elles sont corrigées dans la mesure du possible, particulièrement en ce qui concerne la variation de température due au fonctionnement.

Cette note doit, en outre :

a. Indiquer le détail des bobinages que peut recevoir le type et les calibres correspondants;

b. Donner la durée de résolution du mobile le plus rapide qui soit nettement visible sur le mécanisme ou sur la minuterie, et la valeur de l'énergie correspondant à un tour exact de ce mobile pour chaque calibre;

c. Un certificat d'essai délivré par le Laboratoire central d'Électricité de Paris ou par les laboratoires agréés par le ministre, après avis du Comité d'électricité, donnant les résultats des essais faits sur un compteur du type et portant sur les points énumérés à l'article 3 ci-après.

Le dossier est fourni en trois exemplaires, un en original, pour lequel les dessins sont un calque sur toile, les autres exemplaires pouvant être de simples copies. Les dessins originaux portent une estampille de l'établissement qui a fait l'essai, pour certifier la conformité de ces dessins à l'appareil soumis aux essais.

Les appareils accessoires sont toujours essayés avec le compteur proprement dit correspondant; toutefois, si ce dernier a été approuvé antérieurement, les essais qui n'intéressent pas l'appareil accessoire n'ont pas à être recommencés; mais la note descriptive mentionne le type de ce compteur et la date de son approbation. Une expédition en copie du compteur proprement dit est simplement ajoutée au dossier, mais elle doit porter le certificat de conformité de l'appareil essayé. Le dessin de l'appareil accessoire est produit en original.

Les pièces sont du format 21 cm sur 31 cm; les plans sont ramenés à ce même format par pliage d'abord en paravent, puis en travers. Le titre est inscrit sur la face apparente du plan replié.

Détail des essais.

ART. 3. — Les essais portent au moins sur les points suivants :

1° Essais aux trois régimes : de pleine charge nominale; de demi-charge; du vingtième de charge.

Ces essais sont faits sur l'appareil fermé et mis sous tension depuis une heure au moins, et, dans tous les cas, jusqu'à ce que le régime de température dû au fil de dérivation soit atteint.

Les autres conditions sont les suivantes :

a. Température arbitraire entre les limites 10° et 25° C.

b. Tension arbitraire entre 0,9 et 1,10 fois la tension nominale.

c. Facteurs de puissance arbitraires entre 1,0 et 0,5 pour l'essai en plein débit; et à demi-charge, un essai pour chacune des valeurs 1,0 et 0,5 approximativement.

Sur les compteurs de 5 hectowatts et au-dessous, un essai au régime de 20 watts est substitué à l'essai au vingtième de charge.

L'essai au vingtième de charge ou à 20 watts est répété, sur les compteurs wattheuremètres à courant continu, en plaçant l'instrument dans deux orientations opposées à 180° et telles que l'axe du champ dû au fil principal soit dans le plan du méridien magnétique.

2° Essais au régime de demi-charge avec des écarts en plus et en moins d'un vingtième sur la valeur nominale de la fréquence.

3° Essais en surcharge d'un cinquième de la puissance maximum normale.

4° Épreuve de marche à vide.

Sur les compteurs pourvus d'un mécanisme à rouleaux, épreuve portant sur le fonctionnement simultané de tous ces rouleaux au régime du dixième de charge.

5° Essai donnant le régime minimum qui assure un démarrage certain.

6° Valeur des consommations internes dans chaque circuit.

7° Essai de court-circuit d'une intensité égale à dix fois le courant maximum normal, limité dans sa durée d'application par le jeu d'un fusible fondant sous un courant double du maximum normal; essai répété cinq fois.

8° Les compteurs moteurs à collecteur qui ne sont pas munis d'un fil à plomb ou d'un organe de nivellement équivalent sont essayés à demi-charge, en donnant à l'appareil une inclinaison de 5° par rapport à la verticale. Le résultat de l'essai est consigné au certificat comparativement à celui de l'essai correspondant à la verticalité de l'axe.

Résultats à obtenir.

ART. 4. — Les résultats à obtenir et les tolérances sont fixés comme il suit :



1° Essai à pleine charge nominale: erreur relative. ± 3 p. 100
2° Essai à demi-charge: erreur relative........... ± 3 p. 100
3° Essai au vingtième de charge : erreur relative. ± 5 p. 100
4° Dans le cas où le compteur comporte un appareil accessoire, cette dernière limite seule est portée à..... ± 7 p. 100
5° Essai au régime de 20 watts : erreur absolue.... ± 2 watts.

6° Compteurs à courants alternatifs essayés en demi-charge aux fréquences de 0,95 et 1,05 fois la normale : l'erreur relative ne doit pas différer d'une unité en plus ou en moins de celle obtenue à la fréquence normale.

7° Essai en surcharge d'un cinquième : le compteur ne doit subir aucune détérioration par l'application de cette surcharge pendant une demi-heure.

8° Essai de démarrage; les limites supérieures de démarrage franc sont :

a. Pour compteur de 5 hectowatts et au-dessous : 2 pour 100 de pleine charge;

b. Pour compteurs supérieurs à 5 hectowatts : 1 pour 100 de pleine charge.

9° Consommations internes : les limites supérieures sont :

a. Dans le fil de dérivation : sur un courant alternatif :

1,5 watt par 100 volts,

Et sur courant continu:

4,0 watts pour 100 volts de tension nominale;

b. Dans les fils principaux:

Pour les compteurs ampèreheuremètres de tous calibres et pour les compteurs wattheuremètres de 5 hectowatts et au-dessous : 1,5 volt à pleine charge;

Pour compteurs wattheuremètres supérieurs à 5 hectowatts : 1 volt à pleine charge;

10° Essais de court-circuits. — Après l'application des courts-circuits la valeur de l'erreur relative à demi-charge ne doit pas avoir varié de plus d'une unité.

Nota important. — L'inobservation de l'une quelconque des conditions ci-dessus indiquées entraîne le rejet de la demande d'approbation sans autre examen.

Instruction de la demande.

Art. 5. — Le dossier est déposé soit au Ministère des Travaux publics (secrétariat du Comité d'électricité), soit entre les mains de l'ingénieur en chef du contrôle des distributions électriques du département. Après avoir vérifié que le dossier présenté satisfait aux conditions prescrites par l'article 2 ci-dessus, le secrétariat ou l'ingénieur en chef en donne reçu et le transmet pour examen au Comité d'électricité. L'examen du Comité porte, en outre, des conditions stipulées à l'article précédent, sur tous les points qu'il uge utile, et notamment sur les suivants :

Nature de l'isolation;

Etanchéité de la fermeture;

Facilité d'entretien;

Possibilité de vérifier rapidement l'étalonnage sans ouvrir l'appareil;

Nature des rouages enregistreurs, etc.

Forme de l'approbation.

Art. 6. — L'approbation est donnée, s'il y a lieu, après avis du Comité d'électricité, par un arrêté ministériel qui est inséré au *Journal officiel.*

Remplacement de l'arrêté du 2 juin 1909.

Art. 7. — Le présent arrêté annule et remplace l'arrêté du 2 juin 1909.

Paris, le 13 août 1910.

A. Millerand.

Observation. — Dans le texte ci-dessus, les différences de fond avec le texte du 2 juin 1909 portent sur les articles suivants : « Art. 2, § 2°. — Art. 3, § 1° : modification de la seconde phrase. — Art. 3, § 1° *c* : addition du dernier alinéa. — Art. 3, § 4° : addition d'un alinéa. — Art. 3, § 8° : nouveau. — Art. 4, § 9° *b* : réunion, en un seul, des deux premiers alinéas avec suppression de la limite de 0,5 volt. »

Circulaire du Sous-Secrétaire d'État de la Marine relative aux nouvelles conditions générales arrêtées pour les fournitures à effectuer au département de la Marine.

Le Sous-Secrétaire d'Etat de la Marine,

à MM. les vice-amiraux commandant en chef, préfets maritimes, contre-amiraux commandant la marine en Algérie et Tunisie.

Paris, le 18 juin 1910.

S'il me paraît hors de discussion que les cahiers des charges, qui font la loi des parties, doivent être strictement exécutés lorsqu'une adjudication a formé définitivement un contrat entre l'Etat et un fournisseur, il ne semble pas moins équitable qu'on dégage les conditions générales des marchés et les cahiers des charges de toute clause imposant des obligations inutilement onéreuses.

Tout excès de formalisme, toute exigence superflue risquent de se traduire ou par une augmentation des prix, ou par l'inobservation des obligations théoriquement imposées.

C'est pour parer à ces inconvénients qu'après avoir établi des règles de contrôle pour la passation des marchés de la marine, j'ai prescrit la refonte des conditions générales de ces marchés et celle des cahiers des charges particuliers à chaque catégorie de fournitures. Les observations des chambres de commerce ont été provoquées. Je suis en mesure de publier aujourd'hui les nouvelles « conditions générales ». Quant aux nouveaux cahiers des charges ils prendront place dans un recueil spécial, au fur et à mesure de leur achèvement ainsi que l'a spécifié ma circulaire du 1er avril 1910.

Il vous suffira de parcourir le texte ci-annexé pour voir que ma préoccupation a été de réduire à ce qui est utile les charges et les aléas des fournisseurs. Ils pourront ainsi établir des prix rationnels. D'autre part, ils ne seront point tentés de rechercher dans des majorations la compensation des ajournements de recettes et des retards de payement qui étaient trop souvent occasionnés par le fait de la Marine. Les intérêts de Trésor seront ici pleinement d'accord avec ceux de l'industrie.

Les principales modifications apportées aux conditions générales anciennes sont relatives à la suppression de certaines obligations imposées inutilement aux soumissionnaires, à la détermination précise des pouvoirs dont devront justifier les représentants, à la diminution du formalisme exigé pour la validité des soumissions, à la définition de la période pendant laquelle les soumissionnaires restent liés dans l'attente de la décision définitive, au règlement des cas de force majeure et des rebuts partiels, au caractère définitif des acceptations prononcées par des commissions de recette, sauf évocation devant le préfet maritime à la demande d'un de leurs membres.

Les dispositions nouvelles précisent encore le délai dans lequel doit intervenir la décision de l'autorité centrale sur l'appel formé par les fournisseurs. Si elles subordonnent à une mise en demeure l'allocation des intérêts moratoires, elles réduisent, du moins, le délai dans lequel doivent être remis les titres de payement.

Le taux des pénalités est enfin établi sur des bases raisonnables, ce qui doit mettre fin d'une manière absolue, hors des cas de force majeure ou de faute de la Marine, au système toujours arbitraire des exonérations.

J'espère que le caractère libéral de l'ensemble de ces mesures se traduira par un abaissement très notable des prix et par une exécution toujours correcte des marchés.

J'ajoute que le tirage des nouvelles « conditions générales » parviendra aux services accompagné des commentaires nécessaires, et que toutes les circulaires antérieures qui ne seront pas rappelées dans ce document seront du même coup abrogées.

Henry Chéron.



CONDITIONS GÉNÉRALES

APPLICABLES AUX FOURNITURES DE TOUTE ESPÈCE ET AUX ENTREPRISES AUTRES QUE CELLES DES TRAVAUX PUBLICS, A EXÉCUTER EN FRANCE, EN ALGÉRIE ET EN TUNISIE. (EXÉCUTOIRES A COMPTER DU 1er AOUT 1910).

NOTA. — Bien que les mots « fourniture » et « fournisseur » soient généralement employés seuls dans le texte des conditions générales, ce texte s'applique également aux entreprises et aux entrepreneurs.

Le mot « port » s'applique à tous les établissements de la Marine : ports militaires, ports secondaires, établissements hors des ports et Paris.

Le service de la surveillance s'entend à la fois du service de la surveillance des travaux confiés à l'industrie (constructions navales) et de l'inspection des fabrications (artillerie navale).

TITRE Ier.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES APPLICABLES A TOUS LES MARCHÉS.

Prescriptions générales concernant la passation des marchés. — Définition du terme général de marché. — Approbation des cahiers des charges et des projets de marché de gré à gré. — Autorisation télégraphique du Sous-Secrétaire d'Etat.

ARTICLE PREMIER. — § 1er. Les marchés concernant le service du département de la Marine sont passés conformément aux dispositions du décret du 31 mai 1862, portant règlement général sur la comptabilité publique, modifié par celui du 18 novembre 1882, relatif aux adjudications et aux marchés conclus au nom de l'Etat.

§ 2. Le terme général de marché comprend :

1° Les marchés par adjudication publique;

2° Les marchés de gré à gré.

Tout acte additionnel à un marché est compris dans la catégorie des marchés de gré à gré.

§ 3. Il peut être suppléé aux marchés écrits par des achats sur facture.

§ 4. Sauf les exceptions spécialement autorisées tous les cahiers des charges et tous les projets de marchés de gré à gré sont soumis à l'approbation du Sous-Secrétaire d'État.

Lorsqu'un port aura un besoin urgent de se procurer des objets du matériel dont il est dépourvu, il en avisera le Sous-Secrétaire d'État, qui pourra donner, par voie télégraphique, l'autorisation de traiter.

Conditions particulières des marchés. — Référence aux conditions générales. — Conditions du travail. — Décret du 10 août 1899.

ART. 3. — § 1er. Chaque traité énonce les conditions particulières spécialement applicables à la fourniture, et stipule l'obligation, pour le fournisseur, de prendre connaissance des conditions générales et de s'y conformer en toutes celles de leurs dispositions auxquelles il n'a point été dérogé par lesdites conditions particulières.

§ 2. Toute les fois que la nature de la fourniture, ou toute autre considération, ne l'interdira pas, les commissions des marchés devront insérer dans les cahiers des charges l'obligation, pour l'adjudicataire, de se conformer aux mesures édictées par le décret du 10 août 1899, et qui sont relatives :

1° A la concession aux ouvriers d'un jour de repos par semaine (loi du 13 juillet 1906) ;

2° A la limitation du nombre des ouvriers étrangers;

3° Au payement, pour chaque profession et catégorie, du salaire normal de la ville ou de la région;

4° A la durée de la journée normale de travail.

La non-insertion de tout ou partie des mesures édictées par ce décret devra être justifiée par des motifs probants développés dans le rapport qui accompagne le cahier des charges ou le projet de marché.

Importance des marchés : quantités fixes, minimum et maximum.

ART. 6. — § 1er. Dans tous les cas où le marché ne porte pas indication de quantités fixes à livrer, la fourniture est limitée par un minimum et par un maximum exprimés soit en quantités, soit en valeurs.

En principe le maximum est de 15 pour 100 au-dessus du nécessaire calculé sur les besoins prévus; le minimum est le chiffre du nécessaire réduit de 10 pour 100.

§ 2. La marine est libre de régler les commandes suivant les besoins du service dans les limites du minimum et du maximum.

§ 3. Un marché doit être considéré comme terminé dès que le maximum est atteint.

Marchés à commandes. — Dispositions relatives aux commandes urgentes.

ART. 7. — § 1er. Lorsque l'importance du marché est limitée par un maximum, la Marine ne peut, pendant la durée du marché, s'adresser à d'autres qu'au titulaire, jusqu'à concurrence du maximum, pour la fourniture des quantités à commander.

Toutefois, lorsque les besoins urgents du service exigent qu'une livraison soit effectuée dans un délai plus court que celui qui est accordé par le marché, la Marine peut traiter avec d'autres fournisseurs, à moins que le titulaire dudit marché, préalablement consulté, ne s'engage formellement à opérer cette livraison dans les délais qui lui auront été indiqués. S'il prend cet engagement par écrit (1) et qu'il soit reconnu en mesure de le remplir, la Marine lui adressse de préférence la commande. En cas d'inexécution dans les nouveaux délais convenus, il est fait application au fournisseur des pénalités prévues par les conditions générales ou les conditions particulières du marché.

§ 2. Les dispositions du présent article sont également applicables aux marchés dont l'importance est indéterminée.

Approbations des marchés.

ART. 10. — § 1er. Les marchés par adjudication publique et les marchés de gré à gré sont toujours subordonnés à l'approbation, soit du Sous-Secrétaire d'Etat, soit de ses délégués, qui sont :

Pour les ports militaires, les préfets maritimes;

Pour la Tunisie, l'Algérie et la Corse, les commandants de la Marine ;

Pour les ports secondaires, les préfets maritimes ou, s'il s'agit de fournitures spéciales à la marine marchande, les directeurs de l'inscription maritime;

Pour les établissements maritimes hors des ports, les directeurs de ces établissements.

§ 2. Toutefois ces délégués en réfèrent au Sous-Secrétaire d'État dans les cas prévus par les instructions en vigueur.

§ 3. Dans la formule d'approbation des marchés, les délégués du Sous-Secrétaire d'Etat doivent rappeler qu'ils agissent en conformité du présent article.

§ 4. Les marchés sont exécutoires par le seul fait de la notification de leur approbation; la date de cette notification est certifiée par le directeur intéressé ou son délégué sur les expéditions originales du marché.

§ 5. Le Sous-Secrétaire d'Etat ou ses délégués peuvent n'approuver ou rendre immédiatement exécutoire un marché que pour partie de son importance ou de sa durée.

L'acceptation préalable du fournisseur est nécessaire pour rendre valable le marché ainsi modifié. Le cautionnement subit alors une réduction proportionnelle.

§ 6. En cas de non approbation des marchés, les soumissionnaires n'ont droit à aucune indemnité.

---

(1) Cet engagement écrit (même sur papier libre) est, en droit légal, obligatoire et susceptible, en cas de retard, de motiver l'application des pénalités encourues.



Egalité de prix entre les soumissionnaires. Comment il est procédé en pareil cas.

Art. 34. — § 1er. Dans le cas où plusieurs soumissionnaires demandent le même prix, et où ce prix est le plus bas de ceux qui sont portés dans les soumissions, il est procédé sur-le-champ à une réadjudication entre ces soumissionnaires, s'ils sont présents à la séance ou s'ils s'y sont fait représenter par un fondé de pouvoirs.

Le président de la séance d'adjudication remet en conséquence aux concurrents leurs soumissions respectives à la suite desquelles ils énoncent en secret le maximum du rabais qu'ils proposent sur leurs prix primitifs, ou bien, si le marché ne comporte qu'un seul article, le nouveau prix qu'ils consentent et qui doit être inférieur au premier.

Si ces nouvelles offres, qui ne peuvent être faites qu'une seule fois, sont encore égales, il est procédé par le tirage au sort à la désignation de l'adjudicataire.

Pour les marchés qui comportent plusieurs lots, le rabais est établi à raison de tant pour cent; il est exprimé en nombre entier et en toutes lettres (un, deux, trois, quatre, etc., pour cent). Toute fraction est comptée pour une unité en cas de rabais et négligée en cas d'augmentation. L'application de ce rabais à chacun des prix est faite ultérieurement par le chef du service intéresssé, de concert avec le concessionnaire déclaré adjudicataire, conformément à l'article 24, paragraphe 3.

Le marché étant sur prix de base, lorsque deux ou plusieurs concurrents auront offert des prix identiques, ils seront invités à faire connaître le rabais ou l'augmentation qu'ils proposent sur le prix de base, sans que, bien entendu, le nouveau rabais puisse être inférieur (ou la nouvelle augmentation supérieure) au chiffre énoncé dans la commission primitive.

Si un ou plusieurs des soumissionnaires ayant offert le même prix, le plus bas, ne sont pas présents à la séance d'adjudication ou ne s'y sont pas fait représenter, cette réadjudication ne doit pas être effectuée sur-le-champ; elle est alors renvoyée à une date ultérieure. Le président avertit immédiatement de cette égalité de prix, par lettre recommandée, avec avis de réception ou par télégramme, ceux de ces concurrents qui ont fait parvenir leur soumission par correspondance, et les prévient du jour et de l'heure fixés pour la réadjudication, afin qu'ils puissent adresser, en temps utile, soit le nouveau prix consenti, soit leurs offres de rabais sur leurs prix primitifs, suivant que le marché comporte un ou plusieurs articles. Ces offres de rabais, qui devront parvenir au plus tard à l'heure fixée par le président de la séance d'adjudication, seront faites sur papier timbré et renfermées sous une enveloppe cachetée comme une soumission ordinaire.

§ 2. Lorsqu'il y a urgence signalée par le cahier des charges, si un ou plusieurs soumissionnaires ayant offert le même prix, le plus bas, ne sont pas présents à la séance d'adjudication ou ne s'y sont pas fait représenter avec mandat de consentir un rabais, il n'y a pas de réadjudication et il est immédiatement procédé par voie de tirage au sort à la détermination de l'adjudicataire.

Section II. — Marchés de gré a gré.

Marchés de gré à gré. — Mode de passation. — Délais de notification du refus ou de l'approbation. — Marchés par correspondance.

Art. 39. — § 1er. Des marchés de gré à gré peuvent être conclus dans les cas déterminés par l'article 18 du décret du 18 novembre 1882.

Les prix, clauses et conditions de ces marchés font l'objet de pourparlers engagés par le directeur intéressé. Les projets de marchés sont soumis à l'examen de la Commission des marchés intéressés, puis présentés à l'approbation du Sous-Secrétaire d'État ou de ses délégués.

§ 2. L'appel à la concurrence indique la date extrême à laquelle doivent parvenir les propositions des concurrents.

Le dépouillement des soumissions a lieu en l'absence des concurrents. Les soumissionnaires dont les offres n'ont pas été acceptées sont prévenus que le marché n'a pu leur être attribué.

Les soumissionnaires dont les offres ont été acceptées reçoivent notification de la décision de la commission. A partir de la date de cette décision, les soumissions agréées ne peuvent plus être retirées.

§ 3. Les règles établies à l'article 37 et qui sont relatives à la notification de l'approbation ou du refus d'approbation des marchés et aux cas dans lesquels les adjudicataires provisoires peuvent renoncer à l'exécution d'une fourniture, sont applicables aux marchés de gré à gré, sous la réserve que les délais spécifiés au paragraphe 1er dudit article courent à partir de la date de la signature des exemplaires du marché par la commission compétente, cette date est portée sans retard à la connaissance du soumissionnaire agréé.

§ 4. Dans les cas exceptionnels ou urgents, des marchés de gré à gré peuvent être passés par correspondance, conformément à l'article 19 du décret du 18 novembre 1882, et avec l'autorisation préalable du Sous-Secrétaire d'État provoquée au besoin par le télégraphe, si le marché a une valeur supérieure à 30 000 fr.

Ces marchés sont constitués par une lettre établie en double expédition, contenant toutes les stipulations du contrat, préparée par le service compétent et signée par les membres de la commission des marchés intéressés. Les deux expéditions de cette lettre sont approuvées par le préfet maritime et adressées sous pli recommandé au fournisseur. Ce dernier, après les avoir revêtues de son acceptation, les soumet au timbre et à l'enregistrement, et en renvoie ensuite une expédition au directeur intéressé qui, s'il y a lieu, la fait imprimer aux frais du fournisseur, au nombre convenu d'exemplaires.

§ 5. Toutes les garanties exigées des concurrents pour être admis aux adjudications peuvent l'être également des personnes ou des sociétés avec lesquelles il doit être passé des marchés de gré à gré.

Les candidats et les mandataires des sociétés doivent justifier de leur qualité de Français, ou, s'ils sont étrangers, d'une autorisation délivrée par le Sous-Secrétaire d'État.

Section III. — Achats sur facture.

Achats sur facture. — Pénalités. — Achats sur facture effectués d'urgence par les délégués des chefs des services intéressés. — Achats sur fonds d'avances.

Art. 40. — § 1er. Les fournitures pour lesquelles la somme à payer aux fournisseurs n'excède pas 1500 fr peuvent être effectuées sur facture, conformément à l'article 22 du décret du 18 novembre 1882.

§ 2. Les fournisseurs, qui n'exécutent pas les livraisons qu'ils s'étaient engagés à faire sur facture, sont passibles des pénalités prévues à l'article 72.

§ 3. Les directeurs intéressés, avant de procéder à un achat de ce genre, invitent les commerçants qui s'occupent de la fourniture dont il s'agit, à leur adresser leurs offres; toutefois, dans des cas particuliers, ou lorsqu'il y a urgence, ces directeurs délèguent un officier ou agent de l'ordre technique, concurremment avec un officier ou un agent de l'ordre administratif, pour procéder à l'achat; avis en est donné au contrôle.

Ces délégués, choisis de préférence parmi le personnel ayant rang d'officier, ou, à défaut, parmi les agents les plus élevés en grade, procèdent au choix, discutent le prix et prononcent la recette des matières ou objets dont le besoin est signalé; les quantités achetées sont immédiatement livrées dans l'arsenal en vertu d'un ordre d'introduction signé d'avance par le directeur intéressé et remis par lui à son délégué.

Quant il s'agit d'articles de minime valeur dont il n'est fait aucune consommation accidentelle ou insignifiante, le directeur pourra en effectuer l'achat au moyen du fonds d'avance mis à sa disposition. (*A suivre.*)



Arrêté préfectoral concernant l'établissement des listes des électeurs du Tribunal et de la Chambre de Commerce.

Le Sénateur, Préfet de la Seine,

Vu la loi du 8 décembre 1883, relative à l'élection des membres des tribunaux de commerce, ensemble la circulaire du garde des Sceaux, ministre de la Justice et des Cultes, en date du 13 février 1884;

Vu le décret du 20 août 1889 portant qu'à l'avenir le Tribunal de Commerce de la Seine sera composé d'un président, de vingt et un juges titulaires et de vingt et un juges suppléants;

Vu la loi du 23 janvier 1898, complétant l'article 1er de la loi du 8 décembre 1883;

Vu la loi du 19 février 1908, qui a conféré à tous les électeurs consulaires le droit de participer à l'élection des chambres de commerce;

Vu les décrets des 11 août et 24 octobre 1908, qui ont classé les industries et commerces en deux catégories professionnelles et réparti les sièges de la Chambre de Commerce entre ces deux catégories, à raison de trente et un membres pour la 1re catégorie et de neuf membres pour la 2e, ensemble les instructions ministérielles du 22 août 1908;

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Sont invités à se présenter à la mairie de leur domicile en vue de justifier de leur droit à être inscrits sur la liste des électeurs consulaires et à l'effet de déterminer sur présentation de leur patente, dans quelle catégorie ils devront être inscrits sur la liste des électeurs de la Chambre de Commerce :

1° Les citoyens français, commerçants patentés ou associés en nom collectif depuis cinq ans au moins, capitaines au long cours et maîtres de cabotage ayant commandé des bâtiments pendant cinq ans, directeurs des Compagnies françaises anonymes de finance, de commerce et d'industrie, agents de change et courtiers d'assurances maritimes, courtiers de marchandises, courtiers-interprètes et conducteurs de navires institués en vertu des articles 77, 79 et 80 du Code de Commerce, qui, au 1er septembre prochain, auront cinq années révolues d'exercice et seront domiciliés depuis cinq ans au moins dans le ressort du Tribunal de commerce de la Seine;

2° Les femmes qui remplissent les mêmes conditions.

ART. 2. — Les déclarations à fin d'inscription seront reçues dans toutes les mairies des arrondissements de Paris et des communes des arrondissements de Saint-Denis et de Sceaux tous les jours, y compris les dimanches, du 1er au 15 septembre inclusivement, de 10 heures du matin à 4 heures du soir.

ART. 3. — Les intéressés seront ultérieurement avisés de l'époque à laquelle le dépôt légal des listes sera effectué tant au greffe du Tribunal de Commerce qu'à celui de chaque Justice de paix, des délais accordés et de la procédure à suivre pour la production des réclamations, ainsi que de la date de convocation des électeurs.

ART. 4. — Le Secrétaire général de la Préfecture, les maires des arrondissements de Paris et ceux des communes des arrondissements de Saint-Denis et de Sceaux sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera affiché dans tout le département.

Fait à Paris, le 9 août 1910.

Pour le Préfet et par délégation
Le Secrétaire général de la Préfecture,
ARMAND BERNARD.

(*Bulletin municipal officiel* du 10 août 1910.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Meurdrac contre Maire des Andelys (1).

Conseil d'État, 14 janvier 1910.

SOMMAIRE. — *Si la règle générale d'après laquelle les permissions de voirie, bien que précaires et révocables, ne peuvent être arbitrairement retirées lorsque l'intérêt de la sécurité ou de la circulation n'en font pas une obligation, cesse de recevoir son application toutes les fois que le maintien de telles permissions aurait pour effet d'engager la responsabilité des communes ou de consacrer une situation inconciliable avec l'autorité de la chose jugée, cette dérogation exceptionnelle ne saurait être étendue au cas où le permissionnaire, dans l'espèce, l'entrepreneur d'une distribution d'éclairage électrique tout d'abord maintenu dans le bénéfice de sa permission après avoir pris à sa charge, ainsi qu'il s'y était engagé d'ailleurs, les condamnations pécuniaires prononcées contre la commune à la requête et au profit de la Compagnie concessionnaire de l'éclairage par le gaz, se l'est vu plus tard retirer à la suite de l'insuccès des négociations engagées avec lui par la municipalité en vue d'un traité devant lui assurer la concession de l'éclairage public et privé à l'expiration prochaine de la concession de la Compagnie du gaz.*

Il résulte, en effet, de telles circonstances que la mesure de retrait prise par le maire n'a pu être déterminée que par le souci de mettre le futur concessionnaire éventuel à l'abri de toute entreprise concurrente, et en conséquence l'entrepreneur de la distribution d'éclairage électrique qui en a été l'objet est fondé à soutenir qu'elle est entachée de détournement de pouvoirs et à en demander de ce chef l'annulation.

NOTE.

L'arrêt rendu par le Conseil d'État sur le recours de M. Meurdrac, entrepreneur d'une distribution d'éclairage électrique aux Andelys, contre l'arrêté du Maire de cette ville lui retirant les permissions qui lui avaient été accordées pour la pose de ses fils conducteurs, vient démontrer une fois de plus que, pour la haute juridiction, il n'est pas de jurisprudence, si constante qu'elle paraisse, qui ne puisse être l'objet d'une exception, lorsque cette exception peut trouver sa justification dans les circonstances de l'affaire. C'est que le Conseil d'État, s'il formule parfois certains principes constituant en quelque sorte les bases de sa jurisprudence, est avant tout une juridiction d'espèce : d'abord, lorsqu'il a à se prononcer sur un recours contre une décision d'un Conseil de préfecture, bien qu'il soit le tribunal suprême en matière administrative, il juge en fait autant et plus qu'en droit, parce que, à la différence de la Cour de cassation, juge suprême en matière judiciaire, il est également tribunal d'appel et que l'appréciation des faits et des circonstances de la cause lui appartient à ce titre; en outre, s'il doit statuer sur un recours en annulation pour excès de pouvoir contre un acte administratif, il tient habituellement très grand compte des faits et des circonstances dans lesquelles est intervenu cet acte administratif, et si les nécessités d'une bonne administration paraissent l'exiger, il apporte, à la rigueur apparente de ses principes, de nombreux et importants tempéraments. Sa jurisprudence en matière de retrait de permission de voirie en constitue un exemple frappant, et, à cet égard, l'arrêt que nous rapportons mérite de retenir tout particulièrement l'attention.

Quel est, en effet, le premier principe affirmé par cette jurisprudence? Le voici, tel qu'il résulte de nombreux arrêts : les permissions de voiries, bien que précaires et révocables, ne peuvent être retirées que dans l'intérêt de la voirie, c'est-à-dire de la conservation du domaine public, ou de la sécurité et de la liberté de la circulation, et en conséquence leur retrait constitue un excès de pouvoir lorsqu'il a été effectué dans l'intérêt financier de l'administration (*voir* notamment en ce sens : Conseil d'État, 29 nov. 1878, Sirey, 1880, 2.155; — 19 mars 1880, S. 1881, 3.67; — 12 févr. 1886,

(1) Les adhérents du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité ont reçu le texte de cet arrêt dans la circulaire n° 94.



Lebon, 1886, p. 129), ou en vue d'obtenir un service d'éclairage plus avantageux pour la commune (Conseil d'État, 4 janv. 1895, S. 1897, 3.20).

Mais les procès poursuivis par les Compagnies d'éclairage au gaz contre les villes, qui, en violation des concessions exclusives accordées à ces Compagnies, avaient délivré des permissions de voirie à des entreprises d'éclairage électrique, et les condamnations pécuniaires infligées de ce chef par les Conseils de préfecture ou le Conseil d'État auxdites villes, vinrent démontrer le grave inconvénient de cette jurisprudence, d'ailleurs basée moins sur l'existence d'un droit acquis pour le bénéficiaire de la permission de voirie que sur le devoir de l'administration de se montrer impartiale et ne pas abuser de ses pouvoirs. En effet, si cette jurisprudence avait été maintenue dans toute sa rigueur, les villes ainsi condamnées, se trouvant dans l'impossibilité d'obliger les entreprises d'éclairage électrique à enlever les fils dont elles avaient imprudemment autorisé ou toléré l'établissement, auraient eu leurs budgets lourdement obérés par le payement d'indemnités dont elles auraient été impuissantes à arrêter le cours.

La menace de cette situation administrative essentiellement fâcheuse amena le Conseil d'État à apporter à sa première jurisprudence le tempérament suivant :

« Si, en règle générale, les permissions de voirie, bien que pré-» caires et révocables, ne peuvent être retirées lorsque l'intérêt » de la sécurité ou de la circulation n'en font pas une obligation, » il doit en être autrement lorsque, au lieu de concerner de simples » particuliers, ces permissions sont accordées en vue de favoriser » des entreprises *dont le maintien aurait pour effet d'engager la res-» ponsabilité pécuniaire des communes ou de consacrer une situation » inconciliable avec l'autorité de la chose jugée.* »

Cette exception à la règle générale primitive se trouve inscrite dans l'arrêt rendu par la haute juridiction le 6 juin 1902 dans l'affaire de Bar-le-Duc, arrêt dont l'importance se trouve tout particulièrement mise en évidence par les remarquables conclusions conformes de M. Romieu, commissaire du Gouvernement (voir *Circulaire du Syndicat* n° 49); mais il y a lieu d'observer qu'elle avait été déjà exprimée à peu près dans les mêmes termes par l'arrêt du Conseil d'État du 27 décembre 1901, relatif à l'affaire de Nevers (voir *Circulaire du Syndicat* n° 46). Enfin, ajoutons qu'antérieurement encore, un arrêt rendu par le Conseil d'État le 10 juillet 1896 dans l'affaire de Sedan, tout en s'appuyant sur des clauses spéciales de l'arrêté d'autorisation de voirie, avait en quelque sorte préparé le terrain à l'exception formulée par les deux arrêts que nous venons de citer, en décidant : « que le maire de Sedan avait pu, sans excès de pou-» voir, rapporter et annuler par l'arrêté attaqué son précédent » arrêté du 6 janvier 1890, et enjoindre au sieur Colette d'enlever » ses appareils, *pour assurer l'exécution de la décision du Conseil de » Préfecture des Ardennes*, en date du 12 août 1891, portant que » l'établissement de ces appareils constituait une atteinte au droit » exclusif concédé par les traités à la Compagnie du gaz de Sedan, » et condamnant, en conséquence, la Ville à la réparation de tous » les dommages résultant pour cette Compagnie de l'entreprise du » sieur Colette ».

Cette exception, il est vrai, n'a jamais été acceptée par la Cour de cassation, qui, lorsqu'elle a eu à se prononcer sur la légalité des condamnations prononcées contre les entreprises d'éclairage électrique, pour contravention aux arrêtés de retrait pris contre elles par les maires de Sedan et de Bar-le-Duc, a considéré les arrêtés en question comme entachés d'excès de pouvoir, en tant qu'ayant été pris dans un but étranger à l'intérêt de la viabilité et de la conservation du domaine public (Cass., crim., 27 juillet 1893, affaire de Sedan; et 25 octobre 1900, affaire de Bar-le-Duc, rapportés dans Hérard et Ch. Sirey, *Canalisations d'éclairage électrique* et dans la *Circulaire du Syndicat* n° 39). Et même la Cour suprême avait étendu cette jurisprudence au cas où il s'agissait d'une simple autorisation de voirie *tacite* (Cass. : ch. crim., 3 août 1893, affaire de Villeneuve-sur-Lot; rapporté dans Hérard et Ch. Sirey, *op. cit.*, p. 417). Enfin, l'arrêt rendu par la Cour de cassation, le 31 décembre 1903, dans l'affaire de Sens (voir *Circulaire du Syndicat* n° 55), bien que postérieur aux arrêts du Conseil d'État relatifs aux affaires de Nevers et de Bar-le-Duc et aux conclusion de M. Romieu, déclare qu'en prenant leurs arrêtés de retrait contre l'entrepreneur de l'éclairage électrique M. Pesloux, pour dégager la responsabilité encourue par la ville de Sens à raison de condamnations à des dommages-intérêts prononcées contre elle « le maire » de la ville de Sens et le préfet de l'Yonne n'ont point agi soit dans » l'intérêt de la voirie, soit dans un intérêt public et de police, mais » dans l'intérêt privé de la commune et que l'usage qu'ils ont fait » de leurs pouvoirs n'est pas conforme au but en vue duquel ils leur » sont conférés », et que « dès lors, en décidant que les arrêtés de » révocation de 1903 étaient dépourvus de sanction pénale, le juge » de police, loin de violer l'article 471, n° 15, du Code pénal, en a » fait, au contraire, une juste application ». Par conséquent, pour la Cour de cassation, le détournement de pouvoirs continue à exister en dépit des décisions contraires du Conseil d'État.

L'arrêt que vient de rendre le Conseil d'État dans l'affaire des Andelys, et que nous rapportons aujourd'hui, constitue-t-il une renonciation de sa part à l'exception que la Cour de cassation n'a pas voulu admettre ? En aucune façon : le Conseil d'État ne renonce nullement à sa jurisprudence des arrêts rendus dans les affaires de Sedan, de Nevers et de Bar-le-Duc, puisqu'il a bien soin de poser le principe de cette exception au début de son arrêt. Mais il apporte en quelque sorte une exception à cette exception, ou plutôt il explique que dans les circonstances spéciales de la cause elle n'était pas applicable.

Ces circonstances, au premier abord, auraient pu cependant sembler favorables à l'application de la jurisprudence du Conseil d'État permettant le retrait d'une permission de voirie, lorsqu'elle a pour effet d'engager la responsabilité pécuniaire d'une commune, ou de consacrer une situation inconciliable avec l'autorité de la chose jugée. En effet, d'une part, on se trouvait en présence d'une autorisation donnée par le maire des Andelys, le 18 avril 1891, à M. Meurdrac, à l'effet de faire passer des fils conducteurs sur toutes les voies qui dépendaient du domaine public communal pour la distribution du courant électrique chez les particuliers, et grâce à laquelle le permissionnaire avait pu faire concurrence à la Compagnie concessionnaire de l'éclairage au gaz de la ville des Andelys; et, d'autre part, divers arrêtés du Conseil de préfecture de l'Yonne, confirmés par des arrêts du Conseil d'État des 22 mai 1896, 12 décembre 1902, 17 mars et 22 décembre 1905, avaient condamné la ville des Andelys à payer des dommages-intérêts à la Compagnie du gaz pour le préjudice qui lui avait été causé du fait de cette concurrence tant sur le domaine communal que sur la grande voirie. Il semblait donc que la ville des Andelys se trouvât dans le même cas que les villes de Sedan, de Nevers et de Bar-le-Duc.

C'est bien ainsi d'ailleurs que l'entendait le maire des Andelys puisque, pour justifier le nouvel, arrêté par lequel à la date du 18 août 1906 il avait retiré à M. Meurdrac son autorisation de poser des fils sur les voies publiques de la commune pour la distribution de la lumière électrique aux particuliers il invoquait la jurisprudence du Conseil d'État dans ces précédentes affaires. De même, invoquaient également cette jurisprudence le préfet qui avait confirmé par décision du 27 novembre 1906 l'arrêté de retrait pris par le maire de la commune des Andelys, et le Ministre de l'Intérieur qui, devant le Conseil d'État, a cru devoir conclure au rejet du recours formé par M. Meurdrac contre l'arrêté de retrait dont il était l'objet.

Quelles ont été les raisons pour lesquelles le Conseil d'État, en dépit de cette jurisprudence, a cru devoir prononcer l'annulation de l'arrêté entrepris ?

Le Conseil d'État se base d'abord sur ce que, à la suite des décisions condamnant la commune des Andelys à indemniser la Compagnie du gaz des effets de la concurrence électrique, les permissions de voirie dont bénéficiait M. Meurdrac ne lui avaient pas été retirées parce qu'il avait pris à sa charge, ainsi qu'il s'y était d'ailleurs engagé, les condamnations pécuniaires prononcées contre la commune. Par conséquent, le maire des Andelys ne pouvait invoquer en faveur de l'arrêté de retrait l'intérêt qu'avait la com-

mune à voir retirer un arrêté dont le maintien aurait eu pour effet d'engager sa responsabilité pécuniaire; et il avait d'autant moins de motifs de prendre cet intérêt pour prétexte qu'à l'époque où il prenait contre M. Meurdrac la décision de retrait dont l'annulation était demandée au Conseil d'État, le traité de concession de l'éclairage au gaz devait expirer dans moins d'un mois et que, par suite de cette expiration, devait s'arrêter le cours des indemnités à payer par la commune à la Compagnie du gaz, celle-ci ne pouvant, bien entendu, se prévaloir d'un préjudice que pendant la durée de son monopole.

Donc le motif de retrait tiré de l'intérêt de la commune des Andelys de dégager sa responsabilité pécuniaire pour l'avenir n'existait pas.

Quant au second motif de retrait invoqué par le maire, et qui était de ne pas maintenir une situation inconciliable avec l'autorité de la chose jugée, il ne pouvait exister davantage puisque l'expiration du traité de la concession de la Compagnie du gaz rendait à la ville toute liberté en ce qui concernait l'éclairage électrique et que les effets de la décision du Conseil d'État, en ce qui concernait la reconnaissance du monopole de la Compagnie du gaz, ne pouvaient se prolonger au delà de ce monopole.

Ainsi, la jurisprudence du Conseil d'État dans les affaires de Sedan, de Nevers et de Bar-le-Duc ne pouvait être invoquée, dans l'espèce. D'autre part, le Conseil d'État avait un motif certain d'annuler l'arrêté de retrait pris par le maire des Andelys contre M. Meurdrac : c'est que le but dans lequel cet arrêté avait été pris, en réalité, apparaissait nettement comme absolument étranger à la conservation du domaine public ou à la sécurité de la voirie. En effet, à l'approche de l'expiration du traité de la Compagnie du gaz, M. Meurdrac, qui avait jusqu'alors pris à sa charge toutes les condamnations pécuniaires prononcées contre la commune à raison de ses installations sur les voies publiques, avait été invité à présenter à la municipalité des Andelys un projet de traité en vue d'assurer, par voie de concession, le service de l'éclairage public et privé dans la commune; or, les négociations engagées sur ce projet n'avaient pu aboutir, et la ville avait songé alors à s'adresser à d'autres entreprises; et c'est parce que, pour traiter avantageusement pour le service de son éclairage, elle avait tout intérêt à se débarrasser de la présence de M. Meurdrac, qui la gênait pour accorder au futur concessionnaire le monopole d'éclairage public et privé qui aurait été la base de la concession nouvelle, que le maire des Andelys avait signifié à M. Meurdrac l'arrêté de retrait du 18 août 1906; ainsi pensait-il pouvoir rendre la ville libre de traiter comme bon lui semblerait à l'expiration du traité du gaz, qui prenait fin le 13 septembre suivant.

Or, c'est précisément à cette tactique que le Conseil d'État a bien entendu refuser son approbation, car il s'agissait là d'un intérêt de la ville absolument étranger à la préservation de sa responsabilité pécuniaire ou à l'observation d'une décision de justice. Le Conseil d'État, dans une affaire précédente, celle d'Agen, qui a donné lieu à l'arrêt du Conseil d'État du 4 janvier 1895 (Lebon, 1895, p. 3), avait d'ailleurs annulé un arrêté de retrait pris par un maire en vue de concéder le service de l'éclairage dans des conditions plus avantageuses pour la commune. Dans cette affaire, c'était la Compagnie du gaz qui possédait les permissions de voirie à l'effet de distribuer l'éclairage électrique au moyen de canalisations empruntant les voies publiques de la commune, et c'est contre elle qu'avait été prise la décision de retrait par le maire, afin de permettre à la ville d'Agen de traiter plus avantageusement avec un entrepreneur d'éclairage électrique qui sollicitait la concession du nouvel éclairage. Le Conseil d'État, saisi par la Compagnie du gaz d'un recours en annulation de l'arrêté pris contre elle, avait rendu l'arrêt suivant :

« Considérant qu'il résulte des termes mêmes de l'arrêté attaqué » qu'en retirant à la Compagnie du gaz l'autorisation de placer dans les rues dépendant de la voirie municipale des conducteurs d'électricité destinés à l'éclairage le maire d'Agen n'a pas agi dans » l'intérêt de la viabilité, mais uniquement en vue d'obtenir un » service d'éclairage plus avantageux pour la ville; qu'ainsi il a » usé de ses pouvoirs dans un but autre que celui en vue duquel » ils ont été conférés et qu'il y a lieu, par suite, d'annuler son » arrêté...; ARTICLE PREMIER : l'arrêté est annulé. »

Cette décision avait été critiquée il est vrai parce que dans l'espèce la Compagnie du gaz n'avait bénéficié des permissions de voirie qu'elle avait demandées qu'à la condition expresse que la ville se réservait tous les droits qu'elle tenait de l'article 11 de son traité du gaz pour l'établissement éventuel d'un nouveau mode d'éclairage et que, à la suite de son refus de passer un traité de concession régulier par préférence sur les propositions faites par l'entrepreneur qui sollicitait la concession de l'éclairage électrique, son maintien sur les voies publiques constituait une violation des conditions qu'elle avait acceptées de la municipalité.

Mais ces circonstances spéciales n'existaient pas dans le cas de M. Meurdrac : celui-ci, en se maintenant sur la voirie, ne violait aucun engagement pris avec la municipalité. Il apparaissait, au contraire, comme une véritable injustice de l'obliger à cesser son exploitation à la fin de la durée du traité du gaz, alors que pendant les dernières années de la concession du gaz il avait pris à sa charge le payement des indemnités que la ville des Andelys avait été condamnée à verser à la Compagnie. Le Conseil d'État, en annulant l'arrêté de retrait pris par le maire des Andelys contre M. Meurdrac, a donc rendu une décision conforme, non seulement aux principes de sa jurisprudence en matière de permission de voirie, mais encore à l'équité.

CH. SIREY,
Avocat à la Cour de Paris.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société d'électricité de la Marche et du Limousin.* Assemblée ordinaire, le 29 août, 2 h 30 m, 364, rue Lecourbe, Paris.

Société centrale pour l'Industrie électrique. Assemblée extraordinaire le 22 août, 4 h, 3, rue Moncey, Paris.

Nouvelles Sociétés. — *Société en commandite Raymond Pairier, de Wolodknicz et Cie, machines, électricité.* Siège social : 46, rue Croix-de-Seguey, à Bordeaux (Gironde). Durée : 5 ans. Capital : 100 000 fr.

Société électrique de Tourouvre. Siège social à Tourouvre (Orne). Durée : 30 ans. Capital : 35 000 fr.

Société en nom collectif Rogart et Poisat, construction et réparation électrique et mécanique. Siège social : 14, boulevard de l'Hôpital, à Saint-Étienne (Loire). Durée 10 ans.

Société dite : *Syndical Lyonnais « force motrice et éclairage électrique ».* Siège social : 26, quai des Brotteaux, à Lyon (Rhône). Durée : 40 ans. Capital : 45 000 fr.

Société française de force et d'éclairage. Siège social à Douai (Nord).

Société en commandite de Thermeau et Cie. Compagnie générale des îlots électriques, éclairage électrique. Siège social : 1, rue Herran, à Paris. Durée : 25 ans. Capital : 50 500 fr dont 50 000 fr par la commandite.

Société montbronnaise d'électricité: Siège social à Montbron. Durée : 40 ans. Capital : 40 000 fr.

Électricité de Chabeuil. Siège social à Chabeuil (Drôme). Durée : 50 ans. Capital 200 000 fr.

Société en commandite par actions Vallas Mouterde et Cie. Siège social à Saint-Just-en-Chevalet (Loire). Durée : 40 ans. Capital : 312 000 fr.

Secteur électrique d'Avenay et extensions. Siège social à Avenay (Marne). Durée : 40 ans. Capital : 100 000 fr.

Société anonyme de la lampe MS. Siège social : 9, boulevard Rochechouart, Paris. Capital . 200 000 fr.

Compagnie générale de Castelnaudary. Siège social : 43, rue Nicolo, à Paris. Durée : 50 ans. Capital : 165 000 fr.

Société avignonnaise d'électricité. — Du rapport présenté par le Conseil d'Administration à l'Assemblée générale ordinaire du 4 mai 1910 :

Au 31 décembre 1908, le nombre de lampes en service, en lampes de 10 bougies, atteignait 17661 pour 865 abonnés; il a été porté, au 31 décembre 1909, à 18102 pour 950 abonnés. Quant à la force motrice, la puissance souscrite est passée de 126 kilowatts pour 76 abonnés à 204 kilowatts pour 108 abonnés.

Les recettes d'exploitation, qui s'élevaient en 1908 à 153980,64 fr, ont atteint pendant cet exercice 173845,23 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1908.

Actif.

	fr
Frais de construction	6501 »
Apports	120000 »
Frais de premier établissement	69000 »
Dépenses d'installations	672231,82
Mobilier et outillage général	7920,95
Approvisionnements	14932,20
Matériel de location	25963,86
Disponibilités	17973,87
Débiteurs divers	31446,56
Frais d'émission et primes sur obligations	19126,60
Comptes divers et d'ordre	5797,27
Total	990894,13

Passif.

	fr
Capital	500000 »
Obligations	206000 »
Réserve légale	2356,98
Réserve par amortissement d'obligations	5600 »
Provision pour amortissement	10000 »
Créditeurs divers	207985,93
Profits et Pertes	58951,22
Total	990894,13

Compte général d'exploitation.

	fr
Frais d'administration et d'exploitation	102566,01
Balance à compte de Profits et Pertes	71279,22
Total	173845,23
Recettes d'exploitation	173845,23
Total	173845,23

Compte de Profits et Pertes.

	fr
Amortissement de 6 obligations	3000 »
Solde du compte Intérêts et Divers	19110,55
Balance	58951,22
Total	81061,77
Report de l'exercice 1908	9782,55
Solde du compte général d'Exploitation	71279,22
Total	81061,77

Avis commerciaux. — RAPPORTS COMMERCIAUX DES AGENTS DIPLOMATIQUES ET CONSULAIRES DE FRANCE [1]. — N° 889. *Irlande.* — Situation économique de l'Irlande en 1909. — Exportation. — Importation.

N° 890. *République Argentine.* — Orientation économique de la République Argentine; caractère du marché; son importance; conditions du succès commercial de la France.

N° 891. *Suède.* — Mouvement commercial, industrie et maritime de la Suède en 1908.

N° 892. *Égypte.* — Mouvement commercial de Port-Saïd en 1908.

N° 893. *Russie.* — L'année économique de 1909.

N° 894. *Allemagne.* — Commerce de Brême. — Exportation, — Importation française. — Renseignements divers.

[1] Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 9, rue d'Édimbourg.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique.

DATES.	CUIVRE « STANDARD ». £	sh	d	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE. £	sh	d
9 août 1910	55	5	»	58	»	»
10 » »	55	17	6	58	5	»
11 » »	55	17	6	58	»	»
12 » »	55	17	6	58	»	»
15 » »	56	8	9	58	5	»
16 » »	55	18	9	58	7	6
17 » »	56	8	9	58	10	»
18 » »	56	7	6	58	7	6
19 » »	»	»	»	»	»	»

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

CONGRÈS.

Congrès international de tramways et de chemins de fer d'intérêt local (Bruxelles, 6-11 septembre 1910). — Les séances de ce Congrès, antérieurement annoncé dans ces colonnes, auront lieu dans la grande salle du Palais des Académies, les mardi, jeudi et vendredi, 6, 8 et 9 septembre. La séance du vendredi sera immédiatement suivie de la 16e assemblée générale statutaire de l'Union internationale.

Le mercredi 7 septembre aura lieu une excursion à Anvers et le samedi 10 une excursion à Ostende. Des réceptions et des soirées seront données, tant dans ces deux dernières villes qu'à Bruxelles même.

L'ordre du jour des séances est réglé comme suit :

PREMIÈRE SÉANCE. — Mardi 6 septembre, à 9 h 30 m. — I. *Ouverture du Congrès.*

II. *Législation comparée des principaux États d'Europe au point de vue des Chemins de fer d'intérêt local.* Conférence de M. C. DE BURLET, Directeur général de la Société nationale des Chemins de fer vicinaux, Bruxelles.

III. *Durée, ordonnance et résultats d'expériences obtenus concernant les traverses en bois, métalliques et autres, employées dans les voies de chemins d'intérêt local et de tramways.* Rapporteur: M. E.-A. ZIFFER, Président des Chemins de fer de la Bukowine, Vienne.

IV. *Conditions à remplir dans les plans d'extension des villes pour obtenir un réseau rationnel de lignes de tramways.* Rapporteurs : M. J.-H. NEISZEN, Directeur des Tramways municipaux d'Amsterdam, et M. WATTMANN, Directeur des Tramways municipaux de Cologne.

DEUXIÈME SÉANCE. — Jeudi 8 septembre, à 9 h. — I. *Perfectionnements apportés et résultats d'expérience acquis dans les exploitations de tramways électriques au point de vue du matériel roulant.* Rapporteurs : M. SPANGLER, Directeur des Tramways municipaux de Vienne (châssis et voitures); M. DELMEZ, ingénieur en chef de la Compagnie générale des Tramways anversois (caisses proprement dites et plates-formes) et M. STAHL, Directeur des Tramways municipaux de Dusseldorf (organes accessoires).

II. *Contrôle et entretien des lignes aériennes dans les exploita-*



tions de tramways électriques. Rapporteur : M. Otto, Ingénieur en chef de la Grande Compagnie des Tramways de Berlin.

III. *Résultats obtenus par l'emploi de compteurs de courant et autres sur les voitures de tramways.* Rapporteurs : M. Bouton, Directeur général de la Compagnie des Tramways de l'Est parisien, et M. Battes, Directeur des Tramways municipaux de Francfort-sur-Main.

Troisième séance. — Jeudi 8 septembre, à 2 h. — I. *Perfectionnements apportés et résultats d'expérience acquis dans les exploitations de tramways urbains au point de vue de la superstructure et de l'infrastructure de la voie.* — Rapporteurs : M. Ch. Rochat, Directeur général de la Compagnie genevoise des Tramways électriques de Berlin.

II. *Usure ondulatoire des rails.* Rapporteur : M. A. Busse, Ingénieur en chef de la Grande Compagnie des Tramways de Berlin.

III *Stations centrales à gaz pauvre, à moteurs Diesel et à combustibles autres que le charbon.* Rapporteur : M. Ch. Thonet, Directeur général de la Société d'Entreprise générale de Travaux, Liége.

Quatrième séance. — Vendredi 9 septembre, à 9 h. — I. *Sur l'emploi de bobines inductrices en fils d'aluminium dans les moteurs de tramways.* Rapporteur : M. A. Mariage, Directeur général de la Compagnie générale des Omnibus de Paris.

II. *Sur l'utilité pour les exploitations de tramways électriques de proceder à un nettoyage des rails à gorge. Des différentes méthodes de nettoyage aujourd'hui en usage.* Rapporteur : M. Schorling, Ingénieur en chef des Tramways de Hanovre.

III. *Progrès réalisés dans l'emploi du schéma uniforme de comptabilité formulé par l'Union internationale.* Communication de M. H. Géron, Administrateur de la Compagnie générale des Chemins de fer secondaires, Bruxelles.

IV. *Clôture du Congrès.*

Congrès international du Froid (Vienne, octobre 1910). — Ainsi que nous l'annoncions dans notre numéro du 30 mai, le deuxième Congrès international du Froid aura lieu cette année à Vienne.

Le programme qui vient d'être distribué indique que ce Congrès ne peut manquer d'avoir le même succès que celui qui eut lieu à Paris en octobre 1908. Les séances auront lieu du jeudi 6 octobre au mercredi 12 octobre; des visites d'usines et réceptions alterneront avec les séances. Le Congrès se terminera par une excursion à Budapest et une excursion à Prague, excursion qui dureront chacune 2 jours. Un comité de dames a été formé en vue de faire visiter, aux dames des congressistes, Vienne et ses environs.

La cotisation est de 20 fr. Les congressistes peuvent obtenir une réduction de 50 pour 100 sur les chemins de fer français et étrangers. Pour plus amples renseignements s'adresser à M. de Loverdo, 10, rue Denis-Poisson, Paris.

Ne pouvant donner le programme des questions qui seront discutées dans les six sections que formera le Congrès, nous nous bornerons à reproduire les questions soumises à l'examen de la première section (la science du Froid) :

1° Les gaz rares de l'atmosphère.

2° Propriétés chimiques aux basses températures, états allotropiques, équilibres chimiques, photochimie.

3° *a.* Propriétés thermodynamiques (équation d'état) des gaz aisément liquéfiables, en particulier des vapeurs surchauffées de chlorure de méthyle, d'ammoniaque, d'acide sulfureux et d'acide carbonique en vue de leur emploi dans les machines frigorifiques;

b. Propriétés thermodynamiques (équation d'état) des anciens gaz permanents aux basses températures;

c. Propriétés thermodynamiques des corps solides.

4° *a.* Phénomènes optiques, magnéto-opiques et photo-électriques.

b. Phénomènes électriques et magnétiques : pouvoir diélectrique, résistance ohmique, propriétés thermo-électriques, propriétés magnétiques et galvanomagnétiques, champ magnétique intense.

5° La résistance des êtres vivants aux basses températures.

6° Unités frigorifiques.

ÉCOLES.

École supérieure d'Électricité. — Voici la liste des élèves de la 16e promotion (1909-1910), qui ont obtenu le diplôme d'ingénieur-électricien :

MM.	MM.	MM.
1. Genty.	29. Valensi.	57. Pihier.
2. Demarquay.	30. Sternberg.	58. Verheyden-Chaine.
3. Dupuy.	31. Tissier.	59. Bigourdan.
4. Laloy.	32. Giraud.	60. Landry.
5. Villiers-Moriamé.	33. Lebrun.	61. Bianu.
6. Michel.	34. Szyszko.	62. Bioy.
7. Melchior.	35. Bouygue.	63. Belot.
8. Pestarini.	36. Chopin.	64. Hervé.
9. Privé.	37. Sandré.	65. Wilczewski.
10. Grospaud.	38. Perdrizet.	66. Biget.
11. Planteau.	39. Bouguié.	67. Miflier.
12. Gheorghiu.	40. Capdeville.	68. Pélissot.
13. Diéringer.	41. Besson.	69. Barthélémy.
14. Fischmann.	42. Comte.	70. Ligny.
15. de Lauzon.	43. Piot.	71. Sellier.
16. Oulif.	44. Pons.	72. Ligneau.
17. Roche.	45. Haussadis.	73. Chireix.
18. de St-Blancard.	46. Milon.	74. Lemaire.
19. Collin.	47. Barthel.	75. Pecquet.
20. Bonnet.	48. Genkin.	76. Cohen.
21. Halary.	49. Cauchemez.	77. Berman.
22. Janvier.	50. Discry.	78. Sikorski.
23. Saelzmann.	51. Jamin.	79. Théron.
24. Garbarini.	52. Mithiewicz.	80. Abinal.
25 Beingard.	53. Buat.	81. Masset.
26. Flato-Szyff.	54. Hugues.	82. Zaharia.
27. Pinget.	55. Pous.	
28. Bertin.	56. Jourdana.	

M. Claude, ancien élève; MM. Ginsberg, Bélaval, vétérans.

MM. les capitaines d'Artillerie Robert, du Génie Gillet, d'Artillerie de Saint-Guilhem et Navelle, officiers délégués par le Ministère de la Guerre.

École pratique d'Électricité industrielle (53, rue Belliard, Paris). — Le jury de sortie de l'École pratique d'Électricité industrielle, 53, rue Belliard (boulevard Ornano), à Paris, présidé par M. Eugène Sartiaux, ingénieur, chef des Services électriques des Chemins de fer du Nord, et composé de MM. Blondin, directeur de *La Revue électrique*; Labour, ingénieur-directeur technique de la Société L'Éclairage électrique; Maurice Leblanc, ingénieur-conseil des Sociétés Westinghouse; Charles Mildé, ingénieur-constructeur; Zetter, directeur de la Société L'Appareillage électrique Grivolas; Charliat, ingénieur des Arts et Manufactures, directeur, et des

professeurs de l'École, a décerné le diplôme aux élèves dont les noms, par ordre de mérite, sont :

MM.	MM.	MM.
1. de Leisségues.	17. de Surgy.	32. Garros.
2. Schonne.	18. Whon.	33. Albrand.
3. Lardy.	19. Matton.	34. Léopold.
4. César.	20. Villedieu.	35. Naudet.
5. Vassillière.	21. Vuillemain.	36. Abraham.
6. Marin.	22. Monin.	37. Loëb.
7. Le Gô.	23. Kriéger.	38. Guerber.
8. Perraud.	24. Lauras.	39. Godard.
9. Sosson.	25. Petit (Robert).	40. Bocquet.
10. Raoult.	26. Cortial.	41. Vervel.
11. Carbenay.	27. Achard.	42. Arlabosse.
12. de Tristan.	28. Neulat.	43. Müller.
13. Junot.	29. Boniteau.	44. Mandon.
14. Annebicque.	30. Solard.	45. Étienne.
15. Labadens.	31. de Skrivano	46. Ordinaire.
16. Breteau.		

Le certificat d'études a en outre été décerné aux élèves :

MM.	MM.	MM.
1. Dauchez.	6. Molitor (Georges).	11. Delignière.
2. Jaoul.	7. Diot (Raymond).	12. du Repaire.
3. Larthe.	8. Jullian.	13. Grain.
4. Œuillet.	9. Monnier.	14. Desgrandchamps.
5. Nicollier.	10. Archimbaud.	15. Borrel.
		M. Briand.

INFORMATIONS DIVERSES.

Génération. — GROUPES ÉLECTROGÈNES DES NOUVELLES USINES GÉNÉRATRICES DE PARIS. — On se rappelle que la Compagnie Parisienne de Distribution d'Électricité (C. P. D. E.), formée de l'Union des Secteurs et du groupe Schneider-Mildé, devait construire deux nouvelles usines, l'une au nord et l'autre au sud de Paris.

La construction de ces usines qui vont être installées l'une à Saint-Ouen et l'autre à Issy-les-Moulineaux ne tardera pas à être commencée. Déjà la C. P. D. E. a commandé une partie du matériel électrique et notamment les groupes électrogènes qui sont au nombre de 10 : 3 pour l'usine sud et 7 pour l'usine nord.

Ces groupes sont composés chacun d'une turbine à vapeur fonctionnant sur un condenseur à surface, accouplée directement à un alternateur biphasé de 10 000 kw, 12 300 volts, 1250 tours par minute, $41\frac{2}{3}$ périodes et à deux génératrices à courant continu, 220 volts, montées sur le même arbre et fournissant l'une, l'excitation de l'alternateur, l'autre l'énergie nécessaire aux deux moteurs du condenseur.

Chaque turbo-groupe est susceptible de donner 12 500 kw pendant 2 heures après une marche en charge normale et 15 000 kw pendant 30 minutes succédant sans interruption à la surcharge précédente.

Cinq de ces turbines sont du système Brown, Boveri-Parsons. Ce sont du reste les constantes de ces machines qui ont été imposées aux autres constructeurs et notamment la vitesse de 1250 tours par minute.

Ces cinq groupes avec turbines Brown, Boveri-Parsons ont été commandés :

Trois aux Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est, à Jeumont, qui ont repassé l'exécution des turbines et des condenseurs à la Compagnie électromécanique;

Deux à la Compagnie de Fives-Lille, licenciée de cette dernière Compagnie pour la construction du matériel et des turbines à vapeur, système Brown, Boveri et Cie.

La consommation de vapeur à 13 kg : cm², surchauffée à 300° C., ne sera que de 3,7 kg par cheval effectif (environ 3,3 par cheval indiqué), l'eau de refroidissement étant à 15°.

Le poids total de chaque turbo-groupe est d'environ 305 tonnes. La turbine seule pèse environ 130 tonnes, l'alternateur environ 70 tonnes et le condenseur à surface environ 61 tonnes.

La longueur totale est de 17,30 m dans laquelle la turbine entre pour 9,10 m et l'alternateur avec les deux génératrices en bout d'arbre pour 8,20 m.

Ajoutons que, malgré leur puissance considérable, les turbines de ce genre sont aujourd'hui de construction courante. Il existe déjà en effet plus de 80 turbines Brown, Boveri-Parsons, en marche ou en construction, d'une puissance variant entre 10 000 et 22 500 chevaux. Parmi ces dernières figure notamment celle du turbo-groupe de 11 000 kw destiné à l'Usine de la Société d'Électricité de Paris, à Saint-Denis, et dont nous avons parlé en son temps.

Traction. — LOCOMOTIVE A ACCUMULATEURS ALCALINS. — D'après le *Bulletin de la Société belge d'Électriciens* de juin, une locomotive électrique à accumulateurs alcalins Edison, de la maison F. Schichau, a été expérimentée à Königsberg. Avec une voiture d'attelage, donnant un poids total de 36 tonnes, elle a pu fournir un parcours de 212,5 km avec une charge ayant duré 3 heures 45 minutes. La batterie, formée de 48 éléments, a une capacité de 280 ampères-heure, avec une tension de décharge de 502 volts. Elle est logée dans deux compartiments; les éléments sont réunis par groupes de 4 dans un bac en bois. Elle pèse au total 5,9 tonnes (14,5 kg par élément) et le poids de la locomotive est de 19,5 tonnes; chaque élément mesure 0,170 m × 0,128 m × 0,310 m; il consiste en un récipient en fer nickelé, avec joints soudés, parois ondulées, bornes saillantes, électrodes de fer nickelé, à poches de tôle nickelée, perforées, contenant de l'oxyde de nickel (+) et de l'oxyde de fer (—). La machine est munie de deux moteurs de 35 chevaux.

EXTENSION DU SERVICE ÉLECTRIQUE SUR LE NEW-YORK, NEW HAVEN AND HARTFORD RAILWAY. — L'*Electrical Ry Journal* annonce que la Compagnie du New-York, New Haven and Hartford Railway vient d'inaugurer le service par trains à unités multiples entre Port Chester et New-York.

Les convois sont composés de quatre automotrices et de six remorques, tous les véhicules sont en acier; les automotrices peuvent fonctionner sur l'alternatif à 11 000 volts ou le continu à 600; elles ont 4 moteurs hexapolaires de 150 chevaux leur poids total est de 173 400 livres et le poids des remorques de 99 000 livres.

Automotrices et remorques peuvent contenir 76 voyageurs.

· Tome XIV. N° 161. — 15 septembre 1910.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

C'est à Toulouse qu'eut lieu cette année, du 1er au 6 août, le **39e Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences.** En voici le compte rendu que, ainsi que nous le disions il y a 15 jours, nous n'avons pu faire paraître dans le précédent numéro.

A la *séance solennelle d'ouverture,* tenue dans la magnifique salle du Grand-Théâtre du Capitole, le discours d'usage fut prononcé par le Président de l'Association, M. Gariel, inspecteur général des Ponts et Chaussées, professeur à la Faculté de Médecine de Paris. Le Secrétaire général retraça ensuite les faits principaux du Congrès de Lille de l'an dernier, puis le Trésorier présenta son rapport financier.

Trois *conférences* eurent lieu les mardi, mercredi et vendredi dans la soirée. Dans la première, faite dans l'historique hôtel d'Assézat qui sert aujourd'hui de lieu de réunions aux différentes sociétés scientifiques de Toulouse, M. l'abbé Breuil entretint les congressistes des *Cavernes peintes des Pyrénées françaises;* dans la seconde, les *Microbes au cinématographe*, le Dr Comandon projeta de fort belles et intéressantes cinématographies montrant l'évolution de divers microbes; enfin, dans la dernière, M. L. Franchet exposa, à l'aide de nombreuses projections en couleurs, le développement de la *Céramique à travers les âges*.

L'*excursion*, qu'il est d'usage de faire au milieu de chaque Congrès de l'Association, avait pour objectif la visite de la cité de Carcassonne; quant à l'excursion finale, elle était cette année particulièrement longue et conduisit les congressistes jusqu'à Barcelone.

Les *visites industrielles* nous permirent de voir : la manufacture des tabacs, les chantiers de construction du pont des Amidonniers, en ciment armé; l'Usine à gaz, l'Usine hydraulique du Bazacle de la Société toulousaine d'électricité, l'Usine électrique à vapeur des Sept-Deniers, l'Usine et le Dépôt des Tramways, etc.

L'*usine du Bazacle* est établie sur la rive droite de la Garonne et dispose d'une chute d'environ 4,50 m. En 1875, la puissance utile des moteurs actionnés par cette chute s'élevait à 1250 chevaux, répartis en 16 usines dont la plus importante était le grand moulin de Bazacle. Une autre chute, située à 1 km à l'amont, la chute du moulin du Château Narbonnais, donnait en outre une puissance d'environ 700 chevaux utilisée par 14 usines.

En 1887, M. de Chanteau, entrevoyant tout le parti qu'on pourrait tirer de ces chutes situées à l'intérieur de Toulouse, pour l'éclairage de la ville par l'électricité, loua pour 50 ans toutes les forces motrices, usines et dépendances du Bazacle. Il

constitua alors la Société toulousaine d'Electricité, et celle-ci fit établir, sur les plans de M. Juppont, une usine génératrice comprenant quatre groupes hydrauliques de 300 chevaux chacun et deux groupes à vapeur de même puissance pouvant être accouplés mécaniquement avec les premiers.

Les turbines des groupes hydrauliques sont du type Girard, à déviation libre et axe vertical. Le vannage est entièrement métallique; il est constitué par des pelles ou vannettes en fonte rabotée, glissant horizontalement sur les orifices, suivant un rayon; ces vannettes, primitivement actionnées par des turbines spéciales depuis le tableau de distribution, sont aujourd'hui manœuvrées par moteurs électriques commandés du tableau. Chacune de ces turbines actionne par engrenages, poulies et courroies, deux dynamos du type Thury à courant continu, 380 t: m, 700 ampères, 150 volts. En cas d'insuffisance de la force motrice hydraulique deux machines à vapeur Pinguely sont accouplées à ces dynamos.

Depuis il a été installé trois turbines centripètes doubles du type Francis. Leur réglage s'effectue au moyen de volets pour deux de ces turbines et par un tiroir pour la troisième. Comme pour les turbines Girard, ces vannages sont manœuvrés par moteurs électriques depuis le tableau. Ces trois turbines actionnent chacune une dynamo de la Compagnie générale électrique de Nancy, montée directement sur l'arbre vertical, tournant à 120 t: m; ces dynamos fournissent du courant à 250 volts sur les barres omnibus.

Des batteries d'accumulateurs à 125 et à 250 volts servent de réserve. Pour les charges de ces batteries deux des machines Thury et une des machines de la Compagnie générale de Nancy sont montées en survoltrices.

Le matériel électrique de l'usine du Bazacle comprend encore deux groupes de convertisseurs transformant le courant triphasé 13500 volts fourni par l'usine des Sept-Deniers.

Ajoutons immédiatement que, sur le réseau de distribution à 2 × 125 volts desservi par l'usine du Bazacle, se trouvent deux autres petites usines, celle du Grand-Rond et celle du Canal. La première contient un groupe générateur constitué par une machine Sulzer et une dynamo à 300 volts, ainsi que des groupes convertisseurs alimentés à 13500 volts par l'usine des Sept-Deniers. La seconde est une simple sous-station de transformation de cette dernière usine.

L'*usine à vapeur des Sept-Deniers* forme contraste avec l'usine du Bazacle : tandis que celle-ci est un spécimen d'une usine ancienne dont les installations ont été complétées au fur à mesure des besoins, l'usine des Sept-Deniers est un des types de l'usine moderne.

Construite en 1907 par la Compagnie française Thomson-Houston, cette usine peut fournir, en courants triphasés à 13500 volts, 50 p : s, une puissance d'environ 4000 chevaux produite par trois groupes turbo-générateurs de 1000 kw chacun.

Ces groupes sont alimentés en vapeur à 13 kg : cm² par trois groupes de deux chaudières Bietrix accolées, d'une surface de chauffe de 259 m² produisant chacune 4000 kg de vapeur à l'heure. Ces chaudières sont munies de surchauffeurs permettant de porter la vapeur à 275°-300°. Elles sont munies de chargeurs automatiques distribuant sur les grilles le charbon amené dans les trémies de chargement au moyen d'un palan transbordeur roulant audessus du silo à charbon. Un économique Green et une pompe d'alimentation électrique complètent chaque chaudière.

Les turbines, du type Curtiss, à axe vertical, tournent à la vitesse angulaire de 1500 t : m. Le réglage de la vitesse est assuré par un régulateur à force centrifuge qui agit sur un servo-moteur à huile sous pression commandant les valves de régulation. On peut aussi agir sur ce régulateur depuis le tableau de distribution à l'aide d'un petit moteur électrique; c'est ainsi d'ailleurs qu'on règle la vitesse de la turbine lors de la mise en synchronisme de l'alternateur qu'elle commande.

Le courant d'excitation des alternateurs peut être emprunté à diverses sources : batterie d'accumulateurs, dynamo actionnée par une machine à vapeur Boulte, dynamo commandée par un moteur asynchrone.

L'eau nécessaire à la condensation de la vapeur est puisée dans la nappe souterraine au moyen de pompes centrifuges qui l'envoient dans une conduite en béton armé où les pompes placées près des turbines l'aspirent pour la faire circuler dans les condenseurs. De ceux-ci, l'eau est conduite dans un bassin d'absorption où elle se refroidit et revient dans la nappe souterraine en se filtrant dans le sable et le gravier.

Les alternateurs débitent sur des barres collectrices formant double boucle. Un câble souterrain à 13500 volts part de l'usine, longe le canal du Midi, l'allée des Zéphirs, l'allée Saint-Michel, la rue de la Fonderie et les quais de la Garonne, pour revenir aux Sept-Deniers par le Bazacle et le canal de Brienne. Ce câble alimente les groupes convertisseurs du Bazacle, du Canal et du Grand-Rond mentionnés plus haut. Sur son parcours sont en outre installés plusieurs postes de transformation comprenant un transformateur statique avec inter-

rupteurs à huile et coupe-circuits; de ces postes partent des canalisations secondaires aériennes longeant les voies principales et desservant les faubourgs en courant triphasé. Un seul poste de transformation se trouve en dehors du circuit formé par le câble précédent; ce poste est établi dans le quartier Saint-Cyprien et est desservi par un câble souterrain spécial.

Tant au moyen de ce réseau triphasé que du réseau continu trois fils alimenté par l'usine du Bazacle, la Société toulousaine d'Électricité assure l'éclairage privé dans Toulouse et ses environs, l'éclairage public des principales voies au moyen de 210 lampes à arc, et fournit la force motrice à de nombreuses industries. Ce dernier service s'est particulièrement développé depuis quelques années et a contribué dans une large mesure à l'augmentation des recettes de la Société, lesquelles, d'après une étude de M. Juppont, ingénieur électricien, publiée à l'occasion du Congrès, ont passé de 600000 fr en 1893 à plus de 1100000 fr en 1909.

Cette augmentation constante des besoins en énergie électrique a d'ailleurs conduit la Société toulousaine d'Électricité à s'entendre avec la Société pyrénéenne d'Énergie électrique en vue d'amener à Toulouse, sous forme de courants triphasés à 55000 volts, une partie de l'énergie hydraulique dont peut disposer la Société pyrénéenne.

Cette dernière société possède, en effet, outre plusieurs usines locales, plusieurs chutes d'eau importantes, d'une puissance globale d'environ 29000 chevaux qu'elle se propose d'utiliser pour l'alimentation d'un réseau s'étendant sur les départements de l'Ariège, de la Haute-Garonne, du Gers, du Lot-et-Garonne, des Hautes-Pyrénées, du Tarn-et-Garonne, de l'Aude et du Tarn. Les chutes de Siguer, à 20 km de Tarascon-sur-Ariège et à 118 km de Toulouse, comprennent deux chutes principales : celle de Brouquenat (640 m) et celle de Gnouière (830 m); on estime qu'elles peuvent fournir 7000 chevaux pendant 24 heures. Un autre groupe, moins important, est celui des chutes de la Picadère (3500 chevaux). Enfin, à Orlu, à 7 km d'Ax-les-Thermes et à 138 km de Toulouse, est une chute de 940 m permettant d'obtenir 9500 chevaux d'une façon permanente.

Jusqu'à présent cette dernière chute est la seule qui soit aménagée. L'usine qu'elle alimente est d'ailleurs complètement installée au moment de notre passage à Toulouse; on eût pu lancer le courant à 55000 volts sur la ligne Orlu-Toulouse si quelques formalités administratives n'avaient retardé la mise en circuit d'une courte section.

Grâce à la complaisance de M. Decoux, directeur de la région de Toulouse de la Société pyrénéenne; de M. Desgranges, directeur de la Compagnie générale d'Électricité de Creil, qui a fourni le matériel électrique, et de M. Bierling, ingénieur de cette dernière Compagnie, chargé de diriger l'installation du matériel, nous avons pu profiter de notre voyage à Toulouse pour visiter l'usine d'Orlu. Comme à brève échéance elle fournira l'énergie électrique à cette ville, l'usine à vapeur des Sept-Deniers servant alors seulement d'usine de secours, ce ne sera pas sortir de notre sujet que de dire quelques mots des installations d'Orlu en attendant que nous puissions en donner une description plus complète.

L'*usine d'Orlu* prend son énergie à l'Ariège, au lac d'En-Beys et au lac de Naguilhes. Le lac d'En-Beys, est à 100 m au-dessus du lac de Naguilhes, dont il est séparé par des pics élevés; un tunnel amène ses eaux dans le lac de Naguilhes dont la surface est assez grande pour servir de régulateur à l'ensemble. L'écoulement naturel des eaux du lac de Naguilhes s'effectuant à travers une fente rocheuse de quelques mètres de largeur et d'une profondeur de 10 m, il a suffi d'aveugler cette fente par un barrage en maçonnerie de 18 m de hauteur, de 45 m de longueur à la crête pour obtenir un relèvement de 10 m du plan d'eau, permettant un emmagasinement de 13000000 m³. Comme d'ailleurs la tête de la prise d'eau débouche à 17 m au-dessous du niveau primitif des eaux du lac, on dispose en réalité du volume correspondant à une tranche d'eau de 27 m de hauteur.

La conduite forcée qui amène l'eau à l'usine a 0,60 m de diamètre; elle a été fournie par MM. A. Bouchayer et Viallet, de Grenoble, pour la partie rivée, et par la Société Escaut et Meuse, d'Anzin, pour la partie soudée.

L'usine est aménagée pour 9 groupes principaux de 3500 chevaux, et plusieurs groupes de 1000 chevaux pour l'excitation et les services de l'usine; actuellement trois des groupes principaux sont installés.

Les turbines, construites par la Société des Ateliers de Vevey sont du genre Pelton; des volants en tôle d'acier et des régulateurs servo-moteurs Michaud permettent le réglage rapide de la vitesse, même dans le cas de brusques à-coups.

Les alternateurs fournis, comme nous l'avons dit, par la Compagnie générale d'Électricité de Creil, tournent à la vitesse angulaire de 500 t : m, et fournissent des courants triphasés à la tension de 5000 volts. Des transformateurs, construits par la Société française Œrlikon, élèvent cette tension à 55000 volts; l'huile de ces transformateurs est refroidie par une circulation d'eau sous pression.

Le tableau de distribution est, suivant la technique actuelle pour les hautes tensions, réduit à quelques pupitres où sont placées les manettes des appareils de commande à distance. Par contre, les appareils commandées par ces manettes sont répartis dans un vaste bâtiment de 5 ou 6 étages qui contient aussi les transformateurs et les nombreux dispositifs de préservation contre les surtensions. A côté de l'usine se trouve un petit bâtiment où sont abrités les parafoudres placés à l'origine des lignes de départ.

Autant qu'il nous a été possible d'en juger par une visite rapide, l'installation électrique est conçue d'après les idées les plus modernes, et quelques essais déjà effectués lors de cette visite faisaient bien augurer de la sécurité de son fonctionnement.

Mais revenons au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

Les *communications* qui, par leur nature, intéressent nos lecteurs, sont exclusivement parmi celles présentées à la section du Génie civil et à la section de Physique. Généralement, les communications qui concernent directement ou indirectement l'électricité sont assez nombreuses. Il n'en a pas été de même cette année.

A la section du Génie civil, présidée par M. Levesque, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Toulouse, nous ne trouvons à signaler que deux communications ayant quelque rapport avec l'électricité : celle de M. Versepuy, sur la *manutention mécanique des charbons*, et une autre de M. Paul Razous, sur l'*utilisation des marées pour la production de la force motrice*. La section de Physique, présidée par M. Mathias, professeur à la Faculté de Toulouse, n'était guère mieux partagée : une note de M. Jégou sur un *enregistreur d'orages avec détecteur électrolytique*, une autre du capitaine G. Fauveau sur l'*emploi de la télégraphie sans fil pour prévenir de la présence des glaces dans les parages du banc de Terre-Neuve*, enfin une communication de M. A.-E. Salmon sur le *magnétisme rémanent de l'acier dans les champs variables* [1]. Peut-être en oublions-nous; notre excuse est que, en présence de la pénurie des communications d'ordre électrique annoncées, nous avons préféré occuper notre temps à la visite de l'usine d'Orlu et à pousser une pointe au delà de Perpignan pour voir les installations de la ligne électrique de Villefranche à Bourg-Madame, mise en exploitation jusqu'à Montlouis depuis quelques semaines, en attendant son prolongement jusqu'à Bourg-Madame.

Par contre, les communications faites à la section d'Électricité médicale, présidée par M. Bergonié, professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux, étaient extrêmement nombreuses. Presque toutes ne s'occupant que des applications de l'électricité à la médecine, nous n'avons pas à les signaler ici. Exception doit être faite cependant pour la question des *courants de haute fréquence non amortis* qui fut discutée par la section d'Électricité médicale et la section de Physique réunies.

Depuis quelques années, il est passé dans les habitudes de la section d'Électricité médicale d'organiser une *exposition d'appareils électromédicaux*. Cette année, cette exposition a été très réussie. La Maison Gaiffe exposait divers appareils pour la production et l'utilisation des courants de haute fréquence et pour l'alimentation des tubes de Rœntgen ; MM. Rousselle et Tournaire présentaient une installation radiographique ; la Maison Roycourt, de Paris, montrait un sélecteur d'ondes, construit par M. Robiquet, d'Amiens, en vue d'obtenir des courants toujours de même sens dans la radiographie; M. Drissler, de Paris, exposait des modèles de tubes à rayons X; etc.

En somme, dans son ensemble, le Congrès de Toulouse de l'Association française pour l'avancement des Sciences n'a rien à envier aux précédents congrès. Toutefois, on ne peut nier que le nombre et l'intérêt des communications concernant la Mécanique, la Physique, la Chimie et leurs applications industrielles n'aillent chaque année en diminuant. On a voulu expliquer cette diminution par le fait que les communications de ce genre sont présentées de préférence aux sociétés spéciales. C'est, croyons-nous, une mauvaise raison, car elle devrait exister aussi bien en Angleterre qu'en France ; or on sait qu'à la British Association for the Advancement of Sciences, sur le modèle de laquelle l'Association française a été créée, de telles communications sont nombreuses, les savants et les ingénieurs anglais mettant un point d'honneur à réserver pour cette association les travaux les plus remarquables. Il y a donc d'autres raisons à cette pénurie de travaux de premier ordre.

J. BLONDIN.

[1] Parmi les communications d'un autre ordre présentées à la section de Physique, nous devons mentionner particulièrement un rapport de M. Camichel sur *les étalons photométriques* et une étude très documentée de MM. Sizes et Massol *sur la multiplicité des harmoniques des corps vibrants*. Le rapport de M. Camichel présente un grand intérêt pour l'étalonnement des lampes électriques. Quant à l'étude acoustique de MM. Sizes et Massol, elle sera lue avec intérêt par les physiciens s'occupant d'électricité : ils y retrouveront les phénomènes complexes auxquels donne lieu la superposition des harmoniques dans les courants alternatifs.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : 276-35.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Dix-septième Bulletin bimensuel de 1910.

Sommaire : Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes du 1er septembre 1910, approuvant le compteur ampèreheure-mètre, type CMA, de la Compagnie des compteurs Aron, pour les calibres jusqu'à 15 ampères inclusivement, p. 195.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Dix-septième Bulletin bimensuel de 1910.

Sommaire : Changement de domicile, p. 165. — Avis, p. 165. — Distinction honorifique, p. 165. — Le Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, p. 167. — Bibliographie, p. 167. — Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat, p. 167. — Offres et demandes d'emplois (*voir* aux annonces), p. XIX.

CHANGEMENT DE DOMICILE.

Nous rappelons à Messieurs les Membres adhérents, ainsi qu'aux personnes en relations avec notre Syndicat, que le Siège social et les bureaux du Secrétariat sont transférés, depuis le 1er juillet 1910,

rue d'Édimbourg, n° 9 (au rez-de-chaussée).

Prière d'y adresser toutes correspondances et toutes communications concernant le Syndicat.

AVIS.

Pendant le mois de septembre les bureaux du Syndicat seront ouverts *seulement* de 9h à 10h30m du matin et de 2h à 4h de l'après-midi.

La Chambre syndicale ne se réunissant pas pendant les vacances, la prochaine séance aura lieu au commencement du mois d'octobre.

Distinction honorifique.

Par décret du 4 août 1910, M. Henri Debauge, est nommé Chevalier de la Légion d'Honneur.

Le Syndicat professionnel des Industries électriques saisit avec empressement cette occasion pour lui adresser ses félicitations les plus sincères pour cette distinction bien méritée.

Le Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Le Rapport sur le fonctionnement en 1909 du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers vient d'être publié. Il a été établi par M. L. Guillet, professeur au Conservatoire, membre de la Commission technique du Laboratoire d'essais, qui avait déjà rédigé le Rapport de 1908.

Ce Rapport fait ressortir de très heureuses constatations sur le développement de cet établissement national de création récente.

Il contient un certain nombre de renseignements des plus intéressants pour les industriels; nous pensons être utile à nos lecteurs en résumant les parties essentielles de ce Rapport.

Rappelons que le Laboratoire d'essais fut institué par décret en 1900, à la suite d'une convention passée entre M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, le Conservatoire national des Arts et Métiers et la Chambre de Commerce de Paris.

Cette convention permit de réaliser les fonds nécessaires à l'organisation et au fonctionnement du Laboratoire, grâce à l'importante contribution de la Chambre de Commerce de Paris à laquelle se sont jointes des subventions de la Société des Ingénieurs civils et d'autres Sociétés d'ingénieurs ou d'industriels.

Aujoud'hui, le Conservatoire national des Arts et Métiers réalise, par les riches collections que renferment ses galeries, par les cours et conférences, par l'installation du Musée de Prévention des accidents et d'Hygiène industrielle, de l'Office de la Propriété industrielle et enfin par son Laboratoire d'Essais, un ensemble scientifique et industriel de tout premier ordre.

Le Laboratoire a pour objet de permettre aux industriels de faire effectuer des essais physiques, mécaniques, chimiques et de machines, sur les divers matériaux, appareils ou machines.

Les essais électriques proprement dits sont restés toutefois en dehors des attributions du Laboratoire, dont la création est postérieure au Laboratoire central d'Électricité.

Une commission technique composée de savants professeurs, de représentants autorisés du monde du Commerce et de l'Industrie, examine les meilleurs moyens d'améliorer les méthodes d'essais et de perfectionner l'outillage déjà si important dont dispose le Laboratoire.

Dans le Rapport précédent, M. L. Guillet avait montré « l'ère de prospérité qui commençait pour le Laboratoire ». L'étude présentée aujourd'hui ne fait que confirmer

ces prévisions « en faisant ressortir le succès sans cesse croissant du Laboratoire d'essais et une augmentation très remarquable des recettes ».

L'année 1909 a été particulièrement caractérisée « par une augmentation du quart des recettes sur l'année 1908 ».

Personnel du Laboratoire. — Le Laboratoire d'essais comprend un personnel administratif et un personnel technique de 54 personnes. Les services techniques sont répartis en 5 sections :

Directeur du Laboratoire d'essais : M. F. CELLERIER.

I. Essais physiques...........	Chef, M. Biquard. Assistant, M. Tournayre.
II. Essais mécaniques (Métaux).	Chef, M. Sabatié. Assistant, M. Beauverie.
III. Essais mécaniques (Matériaux de construction)...	Chef, M. Leduc. Assistant, M. Chenu.
IV. Essais de machines.........	Chef, M. Boyer-Guillon. Assistant, M. Dubuisson.
V. Essais chimiques...........	Chef, M. March. Assistant, M. Pellet.

Section de physique. — La Section de Physique s'occupe des mesures industrielles de longueur, d'angles, de poids, de densité; de la vérification des manomètres industriels ou de précision ; de celle des baromètres, pyromètres, saccharimètres. Elle effectue des essais d'optique, de photométrie, de calorimétrie, etc. Elle effectue également la vérification des *thermomètres médicaux*, vérification qui a porté pendant l'année 1909 sur le chiffre respectable de 34 000 instruments.

Elle assure également le service de la vérification légale des thermomètres, alcoomètres et densimètres.

Une grande extension vient d'être donnée au service de la Métrologie pour la vérification pratique des mesures de longueur, grâce à la confection, par la Section technique de l'Artillerie, d'étalons de mesures métriques de haute précision, et à l'emploi des vérificateurs de filetage de M. Ch. Marre pour les vis de la série internationale.

La Section de Physique a procédé entre autres, en 1909, à l'installation d'un appareil destiné à l'étude de la perméabilité des tissus d'aérostats et d'un dispositif de mesure du coefficient de conductibilité thermique des matériaux isolants calorifiques, comme le liège employé par la marine de l'Etat pour les soutes à poudre ou les chambres frigorifiques.

La *Section des métaux* s'occupe des propriétés des produits métallurgiques en échantillons, produits bruts ou ouvrés; elle effectue des essais mécaniques de barres, chaînes, câbles de mines et de construction, cordages, courroies, tissus, bois, caoutchoucs, cuirs; elle étudie les matières lubrifiantes au point de vue du frottement des métaux.

Parmi les études les plus importantes et les plus intéressantes qui ont été demandées à la Section, le rapporteur signale tout spécialement « des essais mécaniques et micrographiques sur un rail de chemin de fer brisé au passage d'un train, sur des rails en service, sur des tubes et tôles de chaudières ayant éclaté, sur des chaînes et câbles rompus en service, etc. Des séries très complètes d'essais méthodiques ont été faites sur des huiles de graissage et divers antifrictions en vue de déterminer le coefficient de frottement et la consommation sous diverses vitesses et différentes pressions.

La micrographie, qui a été utilisée d'un façon courante, a permis différentes observations de grand intérêt, en décelant notamment des cas d'écrouissage sur des pièces métalliques en service depuis peu de temps.

D'autre part, les pièces et les matières utilisées dans les constructions aéronautiques, notamment les câbles, les arbres, les hélices, les haubans, les toiles, etc. ont donné lieu à des essais qui deviennent chaque jour plus nombreux.

La *Section des matériaux de construction* s'occupe spécialement des essais mécaniques des chaux, ciments, mortiers, pierres, produits réfractaires, céramiques.

La préparation des matières premières s'effectue dans une série d'ateliers, destinés à la taille des pierres, au broyage, malaxage et séchage, à la cuisson, etc.

L'important matériel de cette Section vient de s'accroître d'une machine verticale de 150 tonnes, utilisée pour les essais de compression, d'agglomération, etc.

Ce service a effectué de très nombreux essais de diverses briques silico-calcaires, de chaux, de ciments, de kaolins, de carreaux, de grès, de meules, etc.; des conditions de frittage de dolomie, d'usure de pierres, d'émeri, etc.; des essais de gélivité, de perméabilité, etc.

Pendant l'année 1909 « le nombre des architectes et entrepreneurs qui se sont adressés au Laboratoire pour faire essayer leurs matériaux s'est sensiblement accru; à tous les points de vue il est à souhaiter qu'ils entraînent rapidement tous leurs collègues dans cette voie qui leur éviterait de nombreux mécomptes ».

La *Section des machines* effectue des essais d'appareils à vapeur, chaudières, machines, turbines ; moteurs à gaz, à essence, à pétrole; gazogènes, machines hydrauliques, voitures automobiles, pompes électrogènes (partie mécanique), freins ventilateurs, organes de transmission, etc., de moteurs d'aviation de divers modèles.

Parmi les essais particulièrement intéressants, il faut citer des essais d'hélices aériennes de divers modèles; des essais de moteurs à explosion de modèles spéciaux destinés à l'aviation, etc. Leurs résultats ont sans aucun doute, favorisé pour leur part le développement de la science aéronautique.

Le rapporteur estime « que l'industrie ne tire pas encore tout le parti qu'elle pourrait de l'importante Section des machines du Laboratoire d'essais; le personnel qui la dirige, l'outillage qu'elle possède, les études qu'elle poursuit chaque année, permettent d'affirmer qu'elle est bien à la hauteur de la lourde tâche qui lui est confiée ».

La *Section de Chimie* s'occupe des matières premières végétales nouvelles ou insuffisamment connues; elle effectue en outre les analyses des caoutchoucs, des matières lubrifiantes, des combustibles ; celles des métaux et des matériaux de construction, compléments d'essais mécaniques.

L'installation de cette Section se parachève de plus en plus; l'étude des méthodes d'essais y est particulièrement l'objet de recherches scientifiques minutieuses et méthodiques.

Dans ses conclusions, M. L. Guillet signale que « l'examen approfondi du bilan technique du Laboratoire

d'essais pour l'année écoulée permet de conclure à une marche ascendante des plus appréciables, qui se traduit par des perfectionnements de la plus grande importance dans l'outillage; par des études très sérieuses faites en vue de nouveaux progrès à apporter au matériel, par une amélioration continuelle des procédés d'essais et aussi par un ensemble de recherches ayant bien simultanément ce caractère scientifique et industriel qui leur donne une valeur toute spéciale et assure au Laboratoire la renommée qu'il mérite.

« Les industriels ont donc raison lorsqu'ils recherchent de plus en plus le concours de cet organisme qui leur est particulièrement précieux et qui progresse chaque jour en vue de répondre plus complétement à tous leurs besoins. »

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les Calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère de la Marine. — Extraits des conditions générales applicables aux fournitures de toute espèce et aux entreprises autres que celles des travaux publics, à exécuter en France, en Algérie et en Tunisie (exécutoires à compter du 1er août 1910) (*suite*), p. 195.

Avis commerciaux — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, p. 200. — Tableau des cours du cuivre, p. 200.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

DIX-SEPTIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

Extrait du compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire du 5 juillet 1910.

L'Assemblée générale du Syndicat professionnel des Usines d'électricité s'est réunie le mardi 5 juillet 1910, à l'Hôtel des Ingénieurs civils, 19, rue Blanche, à Paris, sous la présidence de M. Brylinski, président du Syndicat.

Sur 244 usines adhérentes représentant 9 688 283 lampes de 10 bougies, 38 sont représentées ayant en service 2 726 804 lampes de 10 bougies.

308 voix de membres actifs présents ou représentés seront exprimées dans les divers scrutins.

MM. Drouin et Tainturier sont nommés assesseurs; M. Fontaine comme secrétaire.

M. Fontaine, secrétaire général du Syndicat, donne lecture du compte rendu des travaux de la Chambre syndicale et des Commissions pendant l'exercice 1909.

Il rappelle que le Syndicat comprend actuellement 642 membres et 244 usines représentant 9 688 283 lampes de 10 bougies éclairant 7 000 000 d'habitants.

COMMISSION TECHNIQUE. — Cette Commission, présidée par M. Eschwège, comprend 40 membres. En dehors des questions déjà à l'étude l'année dernière, elle a examiné les questions et rapports suivants : l'emploi des réducteurs de tension, le contrôle et l'amélioration de la chauffe dans les stations centrales, le chargement automatique des foyers, le choix des commutatrices et des convertisseurs, la mise à la terre des canalisations et postes de transformation, le choix des unités dans les grandes centrales, l'alimentation des services auxiliaires des grandes centrales, la classification des services auxiliaires par ordre d'importance, le chauffage des chaudières par gazogènes, les lampes au tungstène, le cahier des charges pour poteaux en bois, les grilles mécaniques, etc.

COMMISSION D'EXPLOITATION, ADMINISTRATIVE ET COMMERCIALE. — Cette Société, qui comprend 23 membres, a continué ses travaux sous la présidence de M. Sée.

COMMISSION DE LÉGISLATION ET DE RÉGLEMENTATION — A la suite du décès du président de cette Commission, M. de Loménie, la Chambre syndicale a décidé de la supprimer et de reporter les travaux entre les autres Commissions et le Comité consultatif.

COMMISSION DES CANALISATIONS SOUTERRAINES. — Cette nouvelle Commission, présidée par M. Widmer, comprend 14 membres et a mis à l'étude les conditions d'achat, de pose et de fonctionnement des câbles à haute tension.

COMMISSION D'ÉTUDE DES QUESTIONS NOUVELLES. — Cette Commission a été créée au cours de l'exercice par la Chambre syndicale; elle comprend 8 membres et est présidée par M. de Tavernier.

COMITÉ CONSULTATIF. — Le Comité consultatif, présidé par M. Frénoy, avocat au Conseil d'Etat et à la Cour de Cassation, comprend 13 membres. Il a rendu compte de 26 arrêts du Conseil d'État, 4 arrêts du Conseil de Préfecture, 16 arrêts de cassation, 15 jugements des Tribunaux civils, 1 jugement du Tribunal de Commerce, 4 jugements du Tribunal correctionnel et 5 de la Justice de paix.

Le Comité a donné son avis sur 52 sujets se rapportant à la profession.

La Chambre syndicale a continué à s'occuper des arbitrages et des expertises. Elle a également entretenu des relations utiles avec les sociétés savantes et les Associations françaises et étrangères.

Elle a échangé de nombreux bulletins et a reçu une documentation abondante. 398 journaux français et 236 journaux étrangers ont été reçus et 17880 bulletins ont été expédiés.

Le service du placement s'est continué avec des résultats satisfaisants.

Enfin on ne peut que rendre hommage à la grande activité dont ont fait preuve la Chambre syndicale, les Commissions, le Secrétariat et le personnel du Syndicat sous l'impulsion énergique et active de M. Brylinski, secondé par le secrétaire général.

Après lecture du Rapport des trésoriers et vérificateurs, ce Rapport est adopté à l'unanimité ainsi que celui du Secrétariat.

Conformément à l'ordre du jour, M. le Président fait voter sur le renouvellement du tiers des membres de la Chambre syndicale (MM. Baux, Eschwège, Mondon, Tricoche, Brachet) et la ratification de la nomination de MM. Cahen, Bachelier, de Tavernier et Legouez.

MM. Schiltz et Siegfried sont nommés comme vérificateurs des comptes.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 août 1910.

Membres actifs.

MM.

DUFOUR (Pierre), Ingénieur-Directeur des « Ardennes électriques », Déville (Ardennes), présenté par MM. Sauveau et E. Fontaine.

FREMONT (Pierre), Directeur de l'Usine d'Issy à la Société des Engrais complets, 61, quai d'Issy, Issy-les-Moulineaux (Seine), présenté par MM. Tainturier et Rieunier.

LEVET-SEMET (Eusèbe), Propriétaire de l'usine électrique de Prémery (Nièvre), Saulieu (Côte-d'Or), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

MARTINET (Fernand-Jules), Administrateur délégué de la Société électrique de la région de Ham, Eppeville-Ham (Somme), présenté par MM. Wallschmitt et Cie, et Vinchon.

RICHARD (M.), Avocat, Docteur en droit, 12, rue Pernelle, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Membres correspondants.

MM.

LIÉGEOIS (Georges), Contremaître électricien, 14, rue Furtado-Haine, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

PERRIN (Raymond), Ingénieur électricien, Compagnie du Gaz de Tours, 14, rue Jehan-Fouquet, Tours (Indre-et-Loire), présenté par MM. Danon et Limousin.

Usines.

Société anonyme électrique de la région de Ham, Eppeville-Ham (Somme). Usine électrique de la Caillotte Saint-Florentin (Yonne). Usine électrique de Prémery (Nièvre).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et Réglementation : Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes du 1er septembre 1910, approuvant le compteur ampèreheure-mètre, type CMA, de la Compagnie des compteurs Aron, pour les calibres jusqu'à 15 ampères inclusivement, p. 195.

Chronique financière et commerciale : Convocations d'assemblées générales, p. 199. — Société d'éclairage et de force par l'électricité à Paris, p. 199. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XIX.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE HYDRAULIQUE.

L'usine de Tuilière. Installations hydro-électriques du Sud-Ouest de la France.

La Dordogne est navigable jusqu'à Tuilière (13 km en amont de Bergerac). En amont de Tuilière jusqu'à Mauzac sur une longueur d'environ 15 km, cette rivière présente une dénivellation de plus de 20 m; elle est encaissée et présente de nombreux rapides. Aussi avait-on établi, au cours du siècle dernier, pour les besoins de la batellerie, entre Mauzac et Tuilière, un canal dit « canal de Lalinde » se terminant à Tuilière par une série de six écluses d'une chute totale de 19,65 m. Il est naturel dans ces conditions que la Société « L'énergie électrique du Sud-Ouest » ait songé à établir une retenue de grande hauteur en barrant la Dordogne à Tuilière.

Nous présenterons aux lecteurs de cette *Revue* les lignes principales des ouvrages importants entrepris par cette Société en nous inspirant de l'important Mémoire que M. l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Claveille vient de consacrer à la description détaillée de cette installation dont le coût total s'est élevé à douze millions et qui possède une puissance totale de 24000 kw répartie en 18000 kw hydrauliques et 6000 kw vapeur, ce qui constitue une importante réserve permettant d'assurer une sécurité à peu près absolue de la distribution d'énergie.

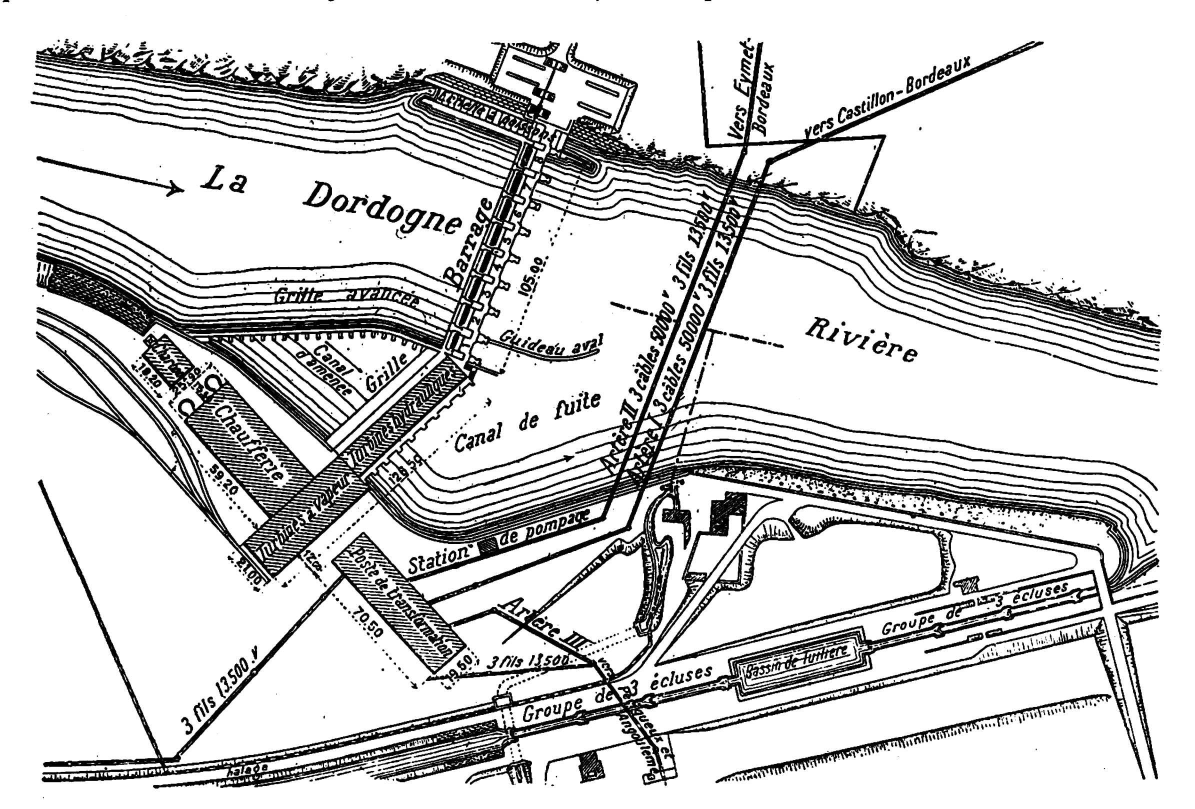


Fig. 1. — Plan général du barrage, de la chaufferie des usines hydraulique et électrique et du poste de transformation.

Le réseau de distribution s'étend sur les départements de la Dordogne, de la Gironde, du Lot et Garonne et de la Charente; Bergerac, Périgueux, Angoulême et Bordeaux sont les principales villes intéressées.

Conditions générales d'établissement du barrage et de l'usine. — Les crues nombreuses et rapides (montée des eaux pouvant atteindre brusquement 40 cm par heure) de la Dordogne atteignent exceptionnellement 15 m au-dessus de l'étiage. Dans ces conditions le débit, de 38 m³ en temps d'étiage, peut atteindre 5000 m³. Ces conditions et le profil des berges dans l'étendue du remous imposait de n'établir qu'une retenue maximum de 12 m au-dessus de l'étiage, retenue réalisée par un barrage

essentiellement mobile pouvant rapidement disparaître en temps de grande crue.

Le barrage est normal à l'axe de la Dordogne (*fig.* 1) dont la largeur du lit au niveau des eaux moyennes est de 84 m. L'établissement près de la rive gauche d'une échelle à poissons de 7 m de large a fait adopter pour le premier pertuis sur la rive droite la largeur de 7 m également. Sept autre pertuis de 10 m de large s'étagent ensuite. Le débouché de l'ouvrage non compris l'échelle à poissons est donc de 77 m.

L'usine hydraulique a été disposée sur le lit de la rivière, du côté de la rive droite, ce qui a dispensé de canaux d'amenée et de fuite. Une grille avancée à l'amont, un guideau à l'aval remplacent ces canaux. Cette usine hydraulique comprend 9 générateurs, turbines de 2700 chevaux (pouvant fonctionner pour des chutes comprises entre 6 m et 12 m et dont la meilleure utilisation correspond à une retenue de 1,30 m au-dessus de l'étiage) montées sur le même arbre qu'un alternateur triphasé de 5500 volts.

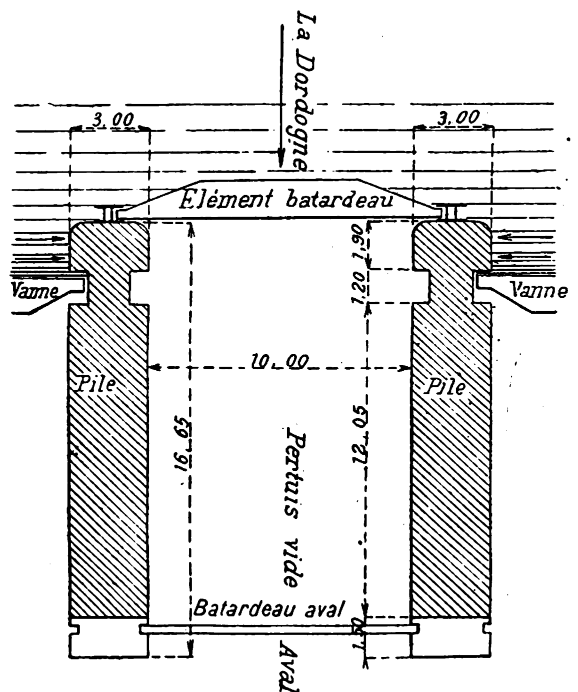


Fig. 2. — Coupe d'un pertuis du barrage.

L'usine thermique comprend 16 chaudières multitubulaires timbrées à 13 kg : cm², alimentant 2 groupes générateurs formés chacun d'une turbine à vapeur Curtis de 5000 chevaux couplés à un alternateur triphasé 5500 volts. Un groupe de transformateurs élèvent à 13500 volts et à 50000 volts la tension de 5500 volts produits par les alternateurs.

Avec 1,31 m d'eau au-dessus de l'étiage, l'usine hydraulique peut développer 21000 chevaux. En tenant compte des hauteurs d'eau relevées chaque jour, pendant plusieurs années, à l'échelle de Tuilière on déduit que l'usine peut produire une puissance moyenne de plus de 13000 chevaux.

La figure 1 présente un plan général du barrage de l'usine.

Dispositions principales du barrage. — Le barrage de Tuilière est actuellement l'un des plus grands du monde. Il comprend ainsi que nous l'avons mentionné 8 pertuis et une échelle à poissons. Les piles ont 3 m d'épaisseur et 31,30 m de hauteur. Un tablier métallique formant viaduc repose sur leur couronnement. Elles sont réunies à 18,26 m au-dessus de la base, formée par un radier de béton, par deux passerelles, celle d'amont de 1,90 m de largeur, celle d'aval de 5 m de largeur qui contreventent les piles. Grâce à la hauteur des piles les vannes de 12 m de hauteur et qui sont équilibrées par des contrepoids peuvent être relevées en totalité au-dessus du niveau des plus hautes crues. Des batardeaux peuvent être disposés à l'amont et à l'aval des piles et permettent d'assécher isolément chaque pertuis pour visite ou réparation. La figure 2 montre une coupe d'un pertuis de chaque batardeau et de l'emplacement des vannes.

On voit (*fig.* 3) une coupe transversale du seuil en fonte,

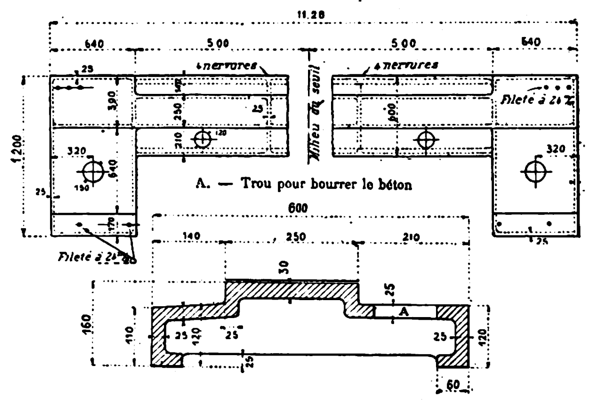


Fig. 3. — Coupe transversale d'un seuil en fonte sur lequel s'appuie chaque vanne; A, trou pour bourrer le béton.

scellé dans le radier en béton de 1 m d'épaisseur, établi dans le fond rocheux de la rivière, sur lequel s'appuie chaque vanne obturant un pertuis.

La figure 4 représente en élévation l'aspect latéral d'une pile qui, d'une longueur 16,65 m à la base et à 4 m de la base, se retire ensuite en longueur avec un fruit de 0,315 m par mètre jusqu'à 17,30 m de la base, ce qui constitue un retrait de 1,50 m. A cette hauteur de 17,30 m la pile ne présente plus qu'une longueur de 16,75 m et, se retirant avec un fruit de 0,253 m jusqu'au sommet, n'y montre plus qu'une longueur de 6,55 m. Chaque pile présente du côté aval deux rainures verticales de 1,20 m de largeur et 70 cm de profondeur servant de logement aux vannes.

La figure 5 représente une coupe verticale de la pile avec la vanne soutenue par des chaînes et munie de ses deux caisses de contrepoids. La figure 6 est une vue en plan de la coupe d'une vanne et de ses contrepoids.

Dans cette dernière figure on voit que la vanne s'appuie sur le côté aval de la rainure ménagée pour son déplacement. A cet effet une table en fonte de 40 cm de large



prend appui sur la maçonnerie et constitue un chemin de roulement fixe (*fig.* 7). La vanne elle-même porte une semblable table de fonte qui constitue un chemin de roulement mobile. Entre ces deux chemins de roulement

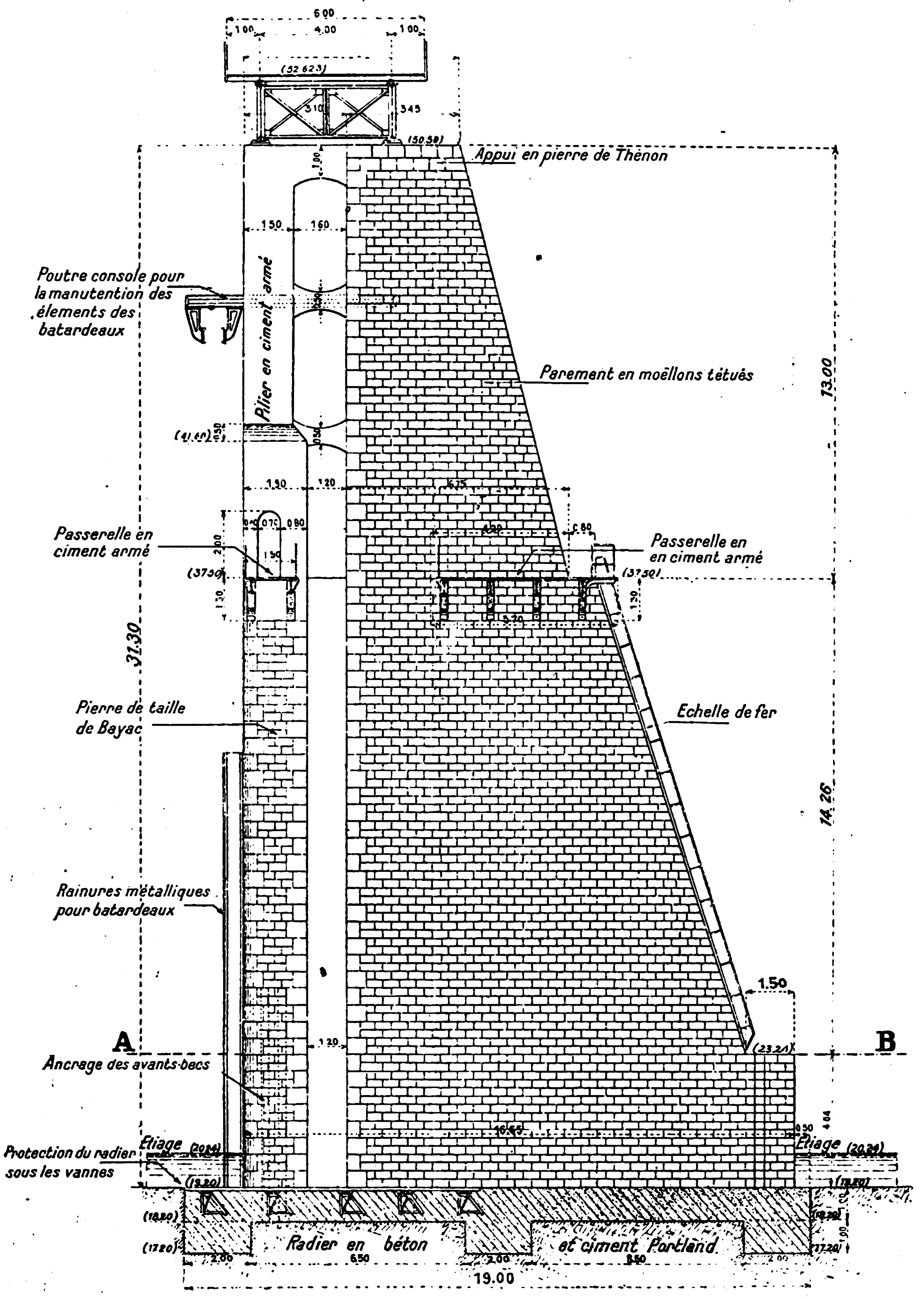


Fig. 4. — Élévation latérale d'une pile.

se trouve disposé un trou de galets mobiles, galets d'acier de 12 cm de diamètre et 42 cm de longueur montés entre deux fers plats verticaux entretoisés. Chaque trou compte 41 galets dont l'écartement décroît de haut en bas de

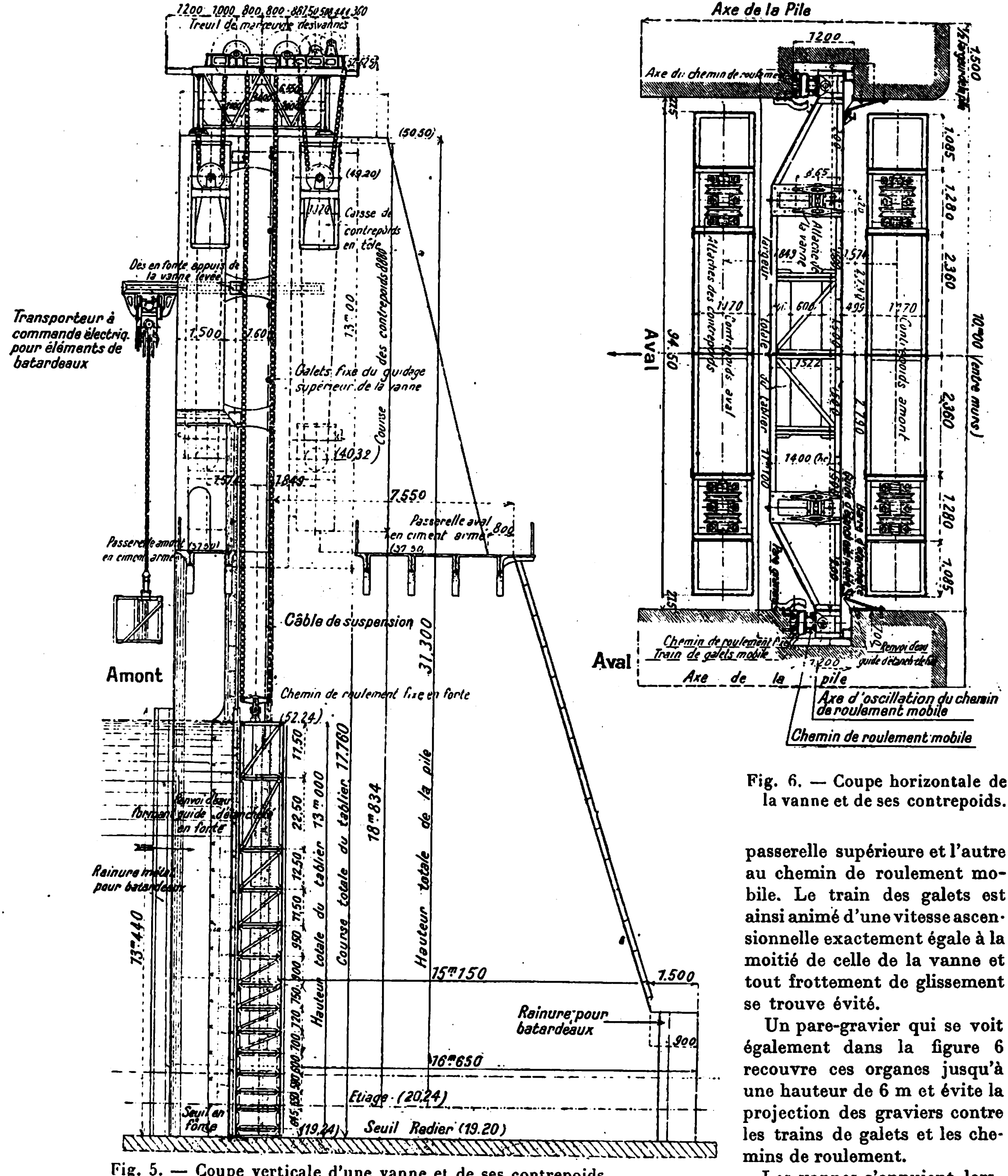


Fig. 5. — Coupe verticale d'une vanne et de ses contrepoids.

Fig. 6. — Coupe horizontale de la vanne et de ses contrepoids.

manière à répartir également la charge sur tous les galets. Les trains sont suspendus au moyen d'une poulie et d'un câble en fil d'acier dont une extrémité est amarrée à la passerelle supérieure et l'autre au chemin de roulement mobile. Le train des galets est ainsi animé d'une vitesse ascensionnelle exactement égale à la moitié de celle de la vanne et tout frottement de glissement se trouve évité.

Un pare-gravier qui se voit également dans la figure 6 recouvre ces organes jusqu'à une hauteur de 6 m et évite la projection des graviers contre les trains de galets et les chemins de roulement.

Les vannes s'appuient, lorsqu'elles sont levées et pour les mettre à l'abri d'un déplacement causé par le vent, sur des galets fixes du côté aval et sur des dés en fonte du côté amont, organes que la figure 5 met en évidence.

Le dispositif d'étanchéité mérite une mention spéciale tant pour sa simplicité que pour son efficacité.

Une pièce oblique en fonte A (*fig.* 8) est fixée sur la pile et présente une hauteur totale de 22,36 m. Une seconde pièce en fonte, B, en forme de Z, est fixée sur toute la hauteur du tablier de la vanne à 0,80 m en arrière de son extrémité verticale. L'espace en forme de V que ces deux pièces laissent entre elles se trouve former un logement pour une barre cylindrique C que la pression de l'eau coince très fortement entre les deux surfaces d'appui.

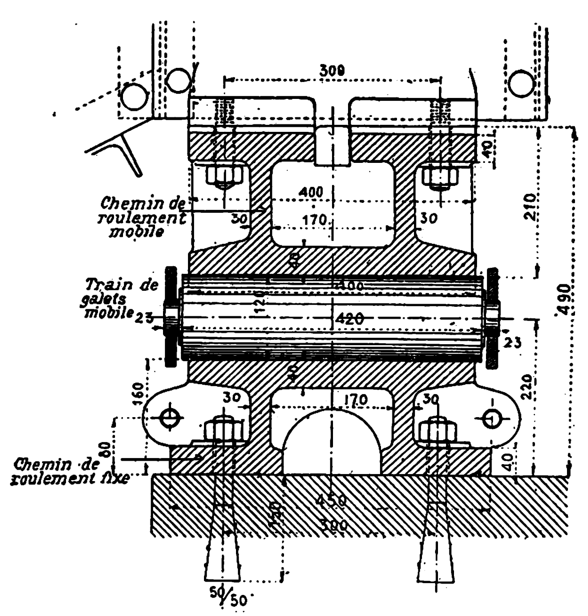


Fig. 7. — Coupe horizontale des chemins de roulement.

La barre C, longue de 13 m, est en trois tronçons réunis par des goujons filetés; elle a un diamètre de 76 mm et est recouverte d'une chemise en laiton de 2 mm d'épaisseur. Elle est suspendue librement au tablier par son extrémité supérieure. Ce dispositif d'étanchéité se voit dans la figure 6. L'inclinaison de la pièce A détermine, lorsqu'on lève la vanne, le renvoi de l'eau vers l'intérieur du pertuis, évitant ainsi des remous susceptibles d'user les chemins de roulement et les trains de galets.

Les passerelles de manœuvre des vannes, vues en plan et en élévation dans la figure 9, se composent de poutres droites discontinues de 12,90 m de portée, sauf pour le pertuis de gauche où la portée n'est que de 9,90 m, reliant les couronnements des piles et formant un viaduc. La manœuvre de chaque vanne est faite au moyen de deux treuils accouplés dont la figure 10 donne une vue générale. Les treuils sont combinés de manière à permettre d'effectuer la manœuvre de levage à bras. Le moteur électrique qui actionne les deux treuils accouplés est un moteur série à courant continu, 110 volts, 1400 t : m et d'une puissance de 6 chevaux. Un contrôleur permet de le faire tourner dans les deux sens, ce qui permet la descente. La vitesse d'ascension des vannes est de 0,10 m à la minute. A bras et avec deux hommes cette vitesse se réduit à 0,03 m : min.

Quatre guérites en bois qu'on aperçoit dans la vue générale que donnent les figures 11 et 12 abritent chacune deux moteurs avec leurs contrôleurs et leurs appareils de mesure. Du même poste on peut donc manœuvrer deux vannes, ce qui facilite et simplifie beaucoup le service, particulièrement en temps de crue.

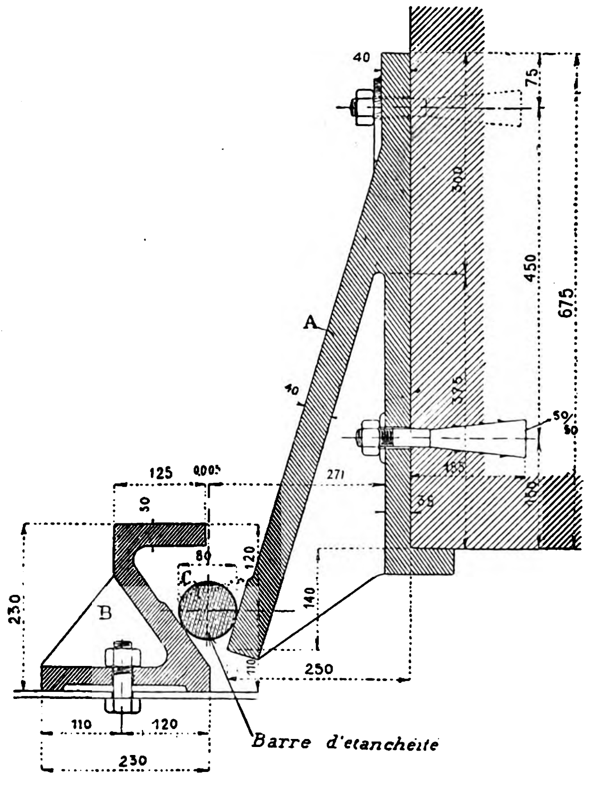


Fig. 8. — Dispositif et barre d'étanchéité.

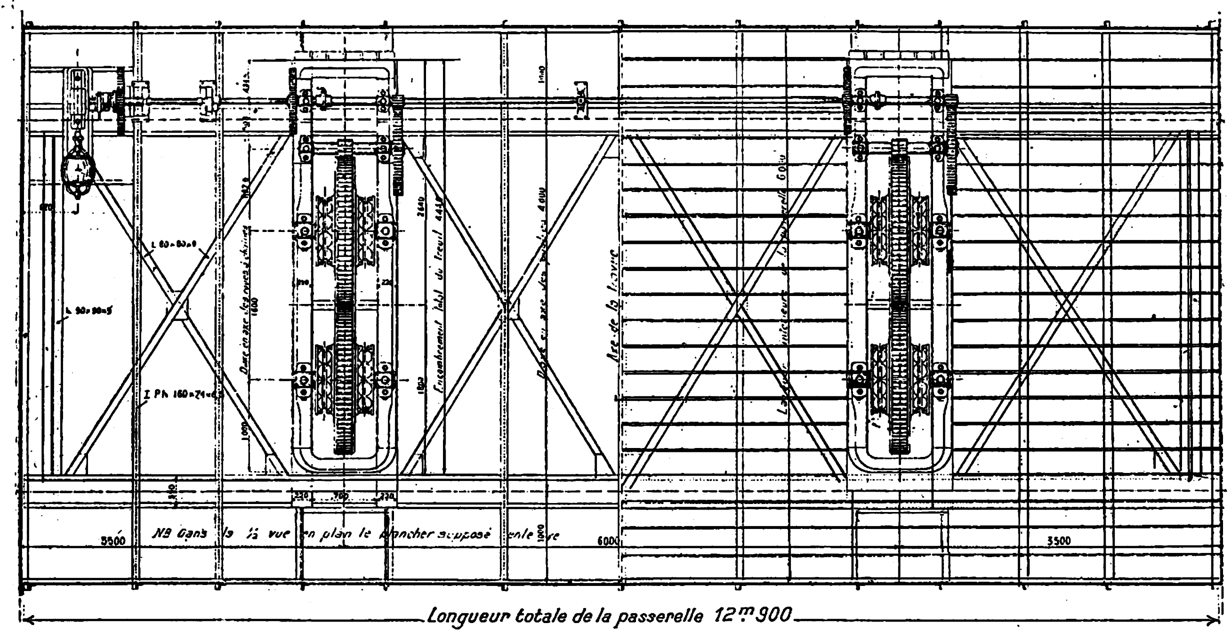
Chaque vanne avec ses accessoires et ses contrepoids ne pèse pas moins de 180 tonnes; il suffit cependant d'un seul ouvrier, sur la passerelle supérieure, pour surveiller la retenue et effectuer les manœuvres nécessaires.

Ajoutons l'indication de quelques prix de revient de ces intéressants ouvrages. Le coût moyen d'une pile a été de 75 000 fr. Le prix d'une vanne (tablier, glissières, seuil, chaînes et contrepoids) a été de 130 000 fr. Le mécanisme de relevage d'une vanne vaut 7000 fr.

La passerelle métallique couronnant les piles du barrage a coûté au total 185 000 fr. Enfin le coût total du barrage ne s'élève pas à moins de sept millions en comptant les bâtiments d'usine.

Échelle à poissons. — Cette échelle, destinée surtout aux aloses, lamproies et saumons, est du type à cascade. Elle est disposée tout entière à l'amont du barrage et s'étend sur près de 72 m, de telle sorte que son extrémité aval n'est pas en saillie sur l'alignement général du barrage. Une série de bassins, compris entre deux bajoyers, sont échelonnés de manière à fractionner la chute totale en chutes partielles de 0,40 m de hauteur. Ces bassins, tous de 7 m de largeur, sont fermés au moyen de poutrelles

en pitchpin de 0,30 m d'épaisseur glissant dans des rainures. Ces cloisons sont percées de trous de distance en distance pour permettre à certaines espèces de poissons de remonter le courant sans être obligés aux bonds que



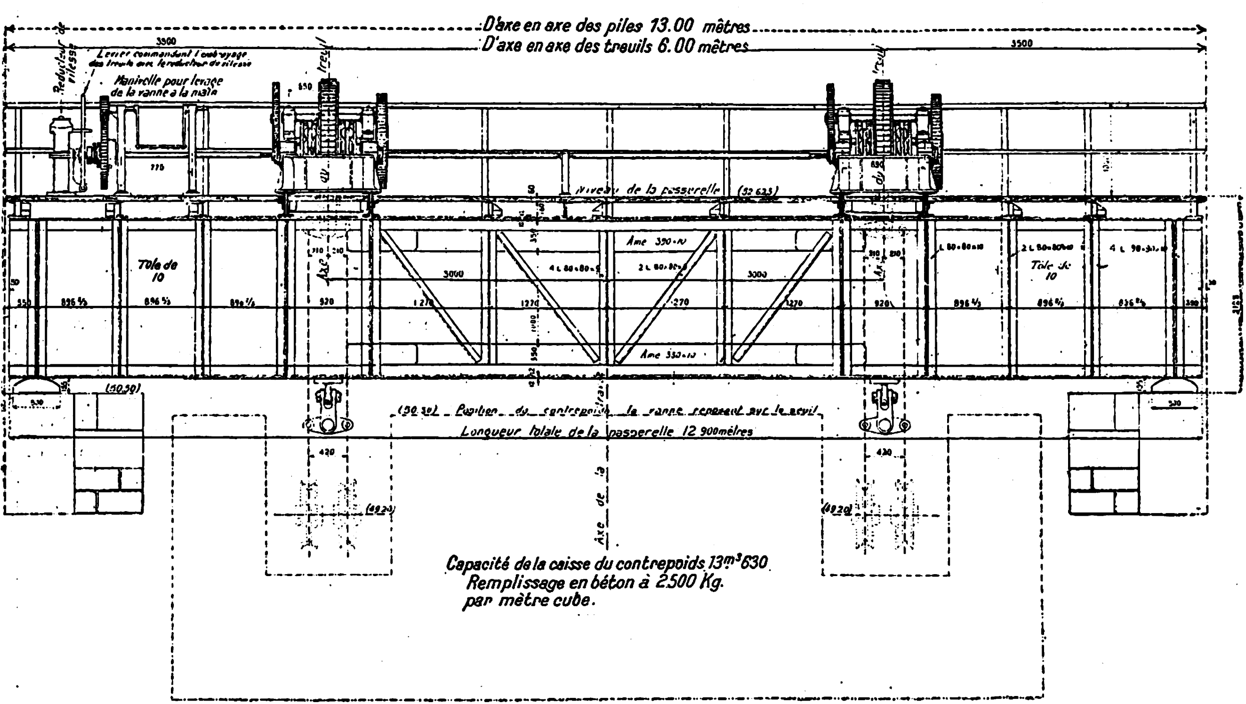


Fig. 9. — Passerelle de manœuvre des treuils : (*a*) vue en plan, (*b*) vue en élévation.

font les poissons migrateurs. La distance d'axe en axe des cloisons est de 2,10 m de telle sorte que la pente générale de l'échelle est de $\frac{40}{210} = 0{,}19$ m par mètre.

La crête des deux premières cloisons de la poutre amont de l'échelle peut être facilement relevée ou abaissée suivant les variations du niveau de la retenue au moyen de treuils manœuvrant simultanément les poutrelles



supérieures de manière à former la lame déversante la plus convenable (*fig.* 13 *a*).

Usine hydraulique. — Pour assurer dans des conditions convenables l'utilisation de la retenue, deux grilles retiennent les corps flottants ou charriés. La grille avancée, longue de 120 m et à barreaux espacés de 8 cm, arrête

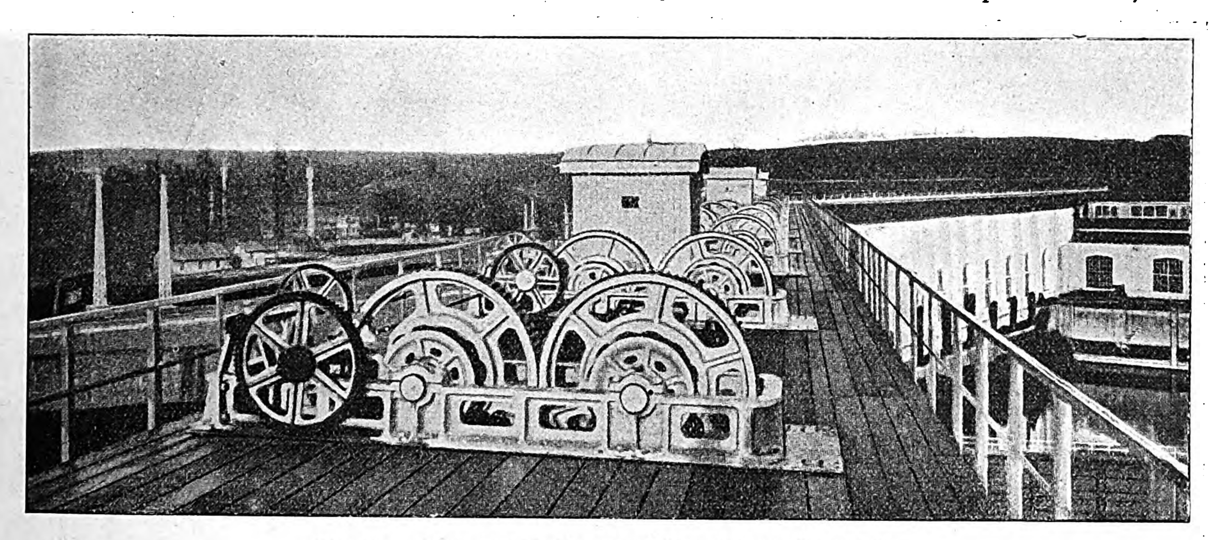


Fig. 10. — Vue générale d'un treuil de manœuvre des vannes.

principalement les troncs d'arbres et autres flottants que la Dordogne charrie en temps de crue. Elle s'étend entre la première pile et la berge droite de la rivière. Une passerelle de 1,50 m de longueur établie à 0,50 m de la retenue permet le dégrillage et le transport à l'aval de la Dordogne des flottants et autre débris, cela au moyen d'une voie établie sur cette passerelle. La seconde grille est disposée à l'avant des chambres d'eau des turbines et ne diffère de la grille avancée qu'en ce que les barreaux sont espacés de 4 cm seulement. Une passerelle permet ici encore le nettoyage, lequel est très réduit par suite de l'orientation donnée à la grille avancée : cette première

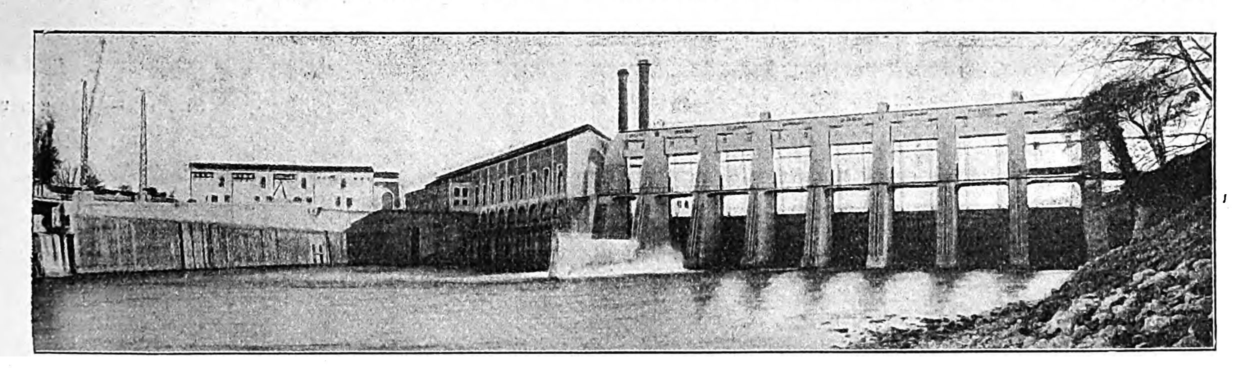


Fig. 11. — Vue générale du barrage et de l'usine, vue d'aval.

se trouve en effet nettoyée par l'appel des eaux que produit l'ouverture des vannes du barrage.

L'usine hydraulique, dont on voit le bâtiment sur les figures 11 et 12, bâtiment de 67,50 m sur 12 m, a son axe à 120° du côté amont de l'axe du barrage. Elle a été construite dans la berge de la rive droite. En effectuant un déblais en rocher considérable on a pu donner des dimensions suffisantes aux canaux d'amenée et de fuite, restreindre au minimum leur longueur et par cette disposition diriger vers la rivière les débris arrêtés par la grille avancée.

Le canal de fuite, creusé ainsi dans la berge droite de la rivière, est limité par la berge et par un guideau courbe qui vient s'amorcer à l'arrière-bec de la pile n° 2 du barrage. De cette manière l'eau, passant sous la première vanne du barrage, s'écoule dans le canal de fuite. On peut ainsi produire, par la levée convenable de cette vanne, une chasse énergique agissant comme un énorme injecteur Giffard, qui assure un niveau de l'eau dans le canal de fuite ne dépassant pas celui de la rivière au pied du barrage. On peut même obtenir, et en particulier lors des crues, une dénivellation pouvant atteindre 70 cm, ce qui accroît la chute disponible.

Un déversoir établi dans le mur du canal d'amenée.

facilite le réglage de la retenue. L'eau qui en provient est amenée dans le canal de fuite par une conduite cylindrique en ciment armé de 3 m de diamètre passant sous l'usine hydraulique.

Fig. 12. — Vue générale du barrage

La figure 14 représente une coupe transversale de cette usine hydraulique.

Les chambres d'eau des turbines ont leur fond établi à 1,50 m au-dessus de l'étiage; leur seuil est à 4,76 m et leur plafond à 12 m au-dessus du même étiage. Au-dessus des chambres d'eau et au-dessous de la salle des machines se trouve le sous-sol divisé en chambres de service, les pivots des turbines, les tuyauteries d'huile sous pression, etc.,

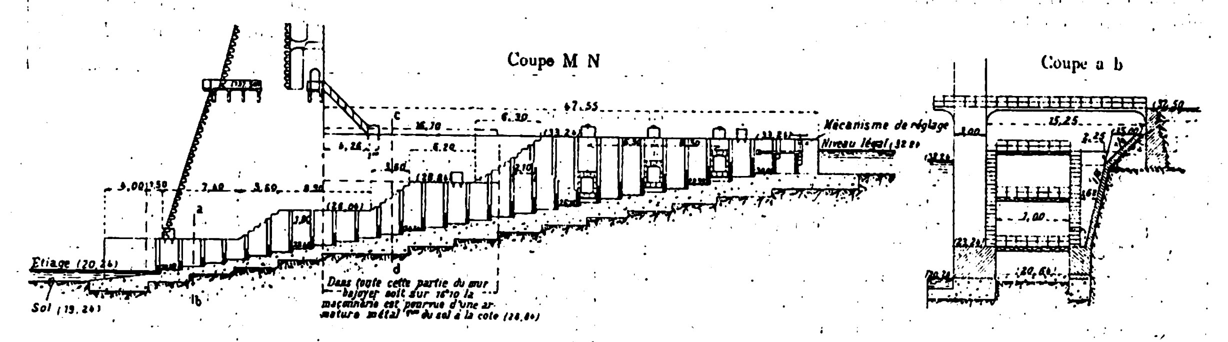


Fig. 13. — Coupe de l'échelle à poissons.

de telle sorte que le plancher de la salle des machines se trouve à 17 m au-dessus de l'étiage et à 2 m au-dessus des plus hautes crues connues.

L'usine comprend 9 groupes électrogènes complets; il y a donc 9 chambres d'eau fermées chacune par une vanne qu'on manœuvre au moyen de presses à huile sous pres-



sion à 25 kg : cm². Les chaînes de relation entre vanne et piston sont mouflées de telle sorte que la course totale du piston pour une levée complète de la vanne est moitié de la hauteur de la vanne, laquelle atteint 4,50 m. Au lieu

et de l'usine, vue d'amont.

de laisser constamment l'huile sous pression dans les pots de presse, pour maintenir la vanne soulevée même incomplètement, on passe dans les anneaux de suspension de la vanne des broches de soutien. Un tiroir manœuvré à la main, de la salle des machines commande l'admission ou l'évacuation de l'huile sous pression.

Il y a également 9 chambres de service.

Turbines. — Les turbines hydrauliques au nombre de 9

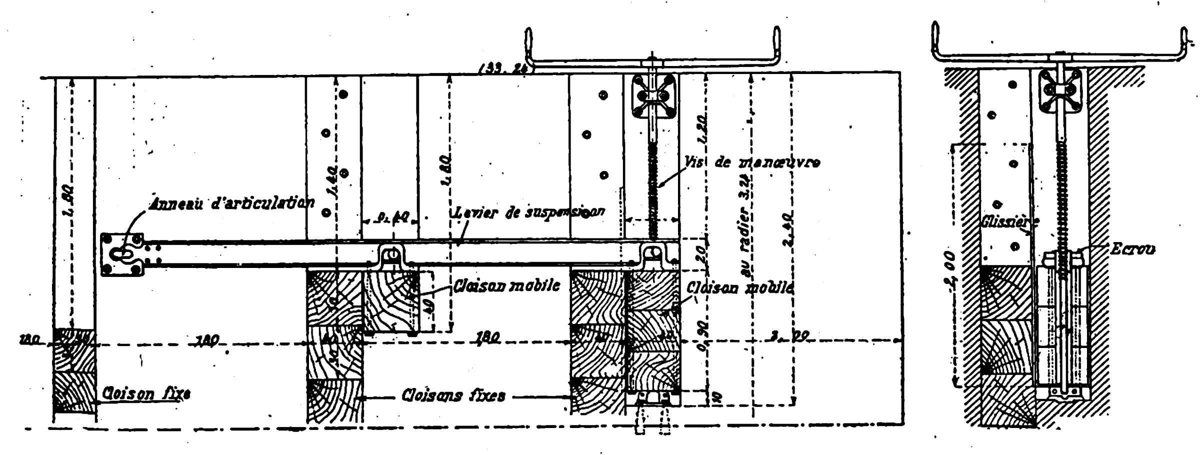


Fig. 13 *a*. — Mécanisme de réglage de l'échelle à poissons.

5....

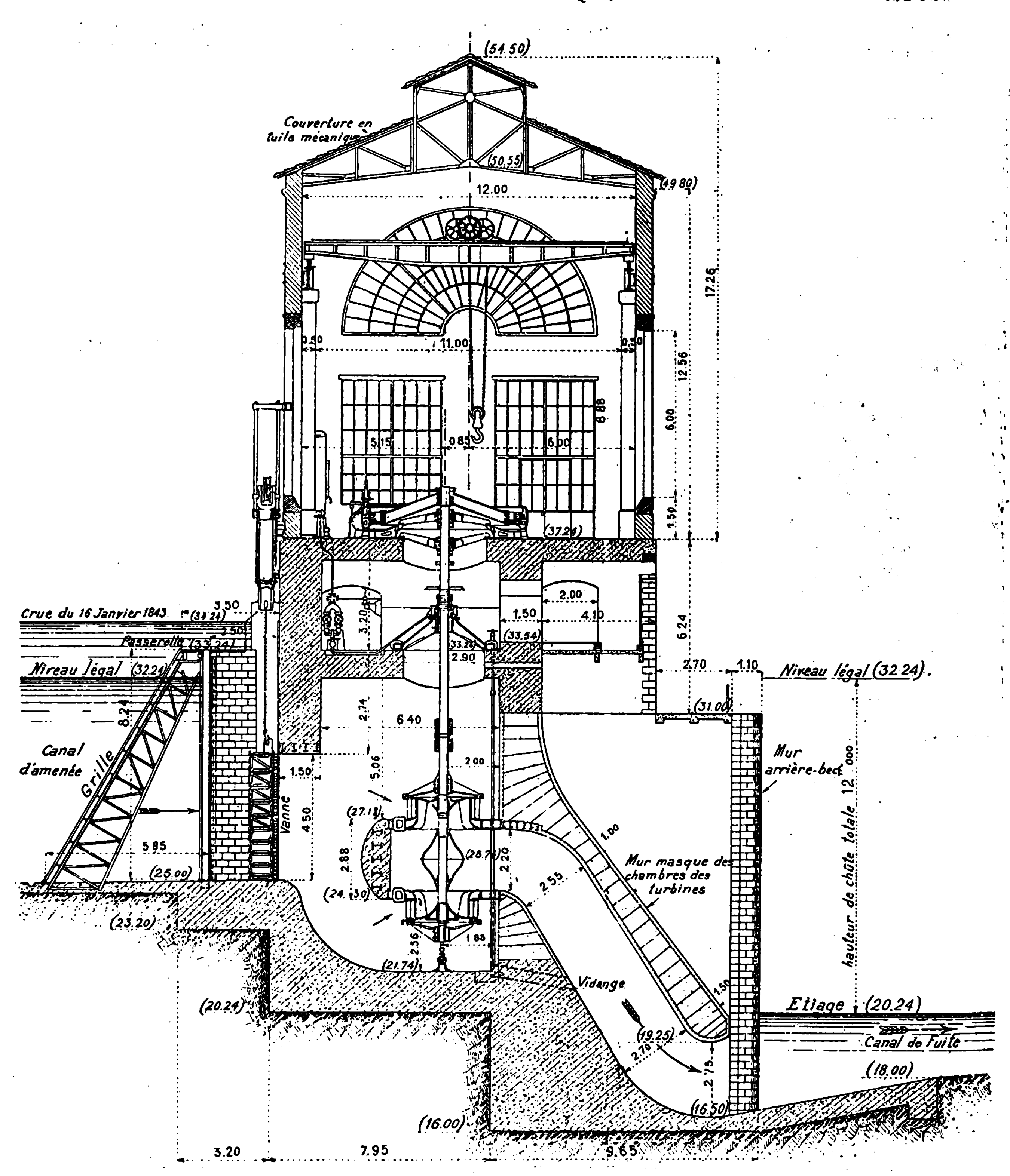


Fig. 14. — Coupe transversale du bâtiment de l'usine hydraulique.

sont du système Francis à axe vertical, du type mixte. Elles sont doubles. Chaque roue motrice a 2 m de diamètre Les roues directrices, munies d'aubes fixes qui combinées avec des clapets permettent de graduer le débit d'ali-

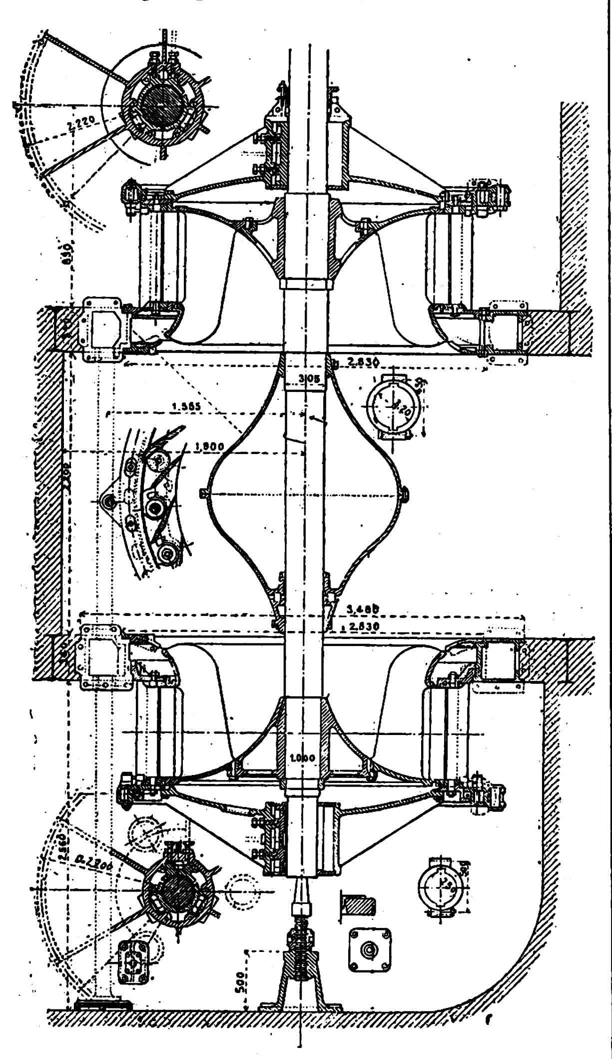


Fig. 15. — Détails d'une turbine hydraulique.

mentation, ont 3,48 m de diamètre. L'arbre porte un plateau de dérivation situé entre les deux roues motrices et qui guide l'eau provenant de chaque roue motrice vers la sortie. Cette sortie est assurée par un aspirateur de section rectangulaire ayant 6 m sur 2,20 m à la sortie des chambres et qui va en s'évasant jusqu'au canal de fuite (*fig.* 14).

La turbine, dont la figure 15 montre les détails, a son arbre porté sur un pivot à pression d'huile à 25 kg : cm² placé hors de l'eau et constitué par 2 couronnes en acier de 44 cm de diamètre intérieur dont l'une est fixe, l'autre clavetée sur l'arbre et par suite mobile. La rotation s'opère donc sur l'huile interposée entre les deux couronnes. Cette huile est refroidie par une circulation d'eau dans un serpentin placé dans la boîte du pivot.

L'arbre appuie à la partie inférieure sur une crapaudine scellée au fond de la chambre d'eau, qui est à vis et permet le réglage en hauteur. Le centrage s'effectue par 3 paliers de guidage portant chacun 3 coussinets, réglables au moyen de vis.

En marche normale la vitesse de chaque turbine est de 107 tours par minute. Elles peuvent tourner sous une chute variant de 6 m à 12 m. Pour une hauteur de chute de 6 m le débit est de 20 500 l d'eau à la seconde; pour 8 m, de 23 000 l; pour 12 m, de 22 600 l.

Le réglage de la vitesse se fait au moyen de servo-moteurs à huile sous pression de 25 kg : cm² agissant sur les clapets mobiles des roues directrices qui règlent l'admission d'eau. Ces servo-moteurs sont à régulateur automatique. On peut effectuer le réglage soit à la main, soit au moyen d'un petit moteur électrique depuis le tableau de distribution, ce qui rend aisées les opérations du couplage des alternateurs.

Sous une chute de 12 m chaque turbine produit à pleine charge 3000 chevaux; sous 10, 50 m, 2 700 chevaux et sous 8 m, 2 000 chevaux, à la vitesse constante de 107 t : m. Les rendements sont supérieurs à 75 pour 100 à pleine charge et à 70 pour 100 à demi-charge. L'écart entre la vitesse de régime en pleine charge et en marche à vide ne dépasse pas 4 pour 100.

Distribution d'huile sous pression. — Trois pompes à huile à simple effet, établies au sous-sol du bâtiment des turbines à vapeur, assurent un débit de 900 l d'huile à la minute sous une pression de 25 kg : cm², quantité qui suffirait pour le service de 12 turbines fonctionnant simultanément. Un moteur à courant continu de 30 chevaux, 125 volts, 1200 t : m, actionne chaque pompe.

Les pompes sont reliées à 2 collecteurs en acier coulé placés au sous-sol de l'usine hydraulique. Deux autres collecteurs, l'un pour l'huile des turbines, l'autre pour l'huile des presses de manœuvre, aboutissant à des baches à filtres, recueillent l'huile usagée, laquelle est ensuite aspirée par les pompes. La circulation d'huile est donc continue.

Trois accumulateurs d'huile sous pression, pouvant débiter 250 l : m, permettent d'assurer le service d'huile sous pression pendant quelques minutes et en cas d'avarie à une pompe laissent au personnel le temps de mettre une autre pompe en service.

(*A suivre.*)

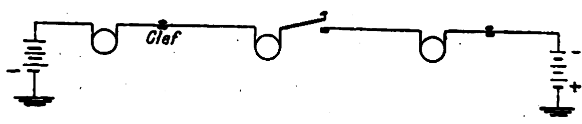
A. Turpain,
Professeur à l'Université de Poitiers.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

PERTURBATIONS DANS LES RÉSEAUX.

Influence des lignes à courants alternatifs sur les réseaux télégraphiques et téléphoniques (1).

1° RÉSEAUX TÉLÉGRAPHIQUES. — La figure 1 représente les montages usités aux États-Unis pour le Morse à fil unique (schéma A) et pour le duplex (schéma B). L'auteur rappelle qu'en cas de perturbations légères



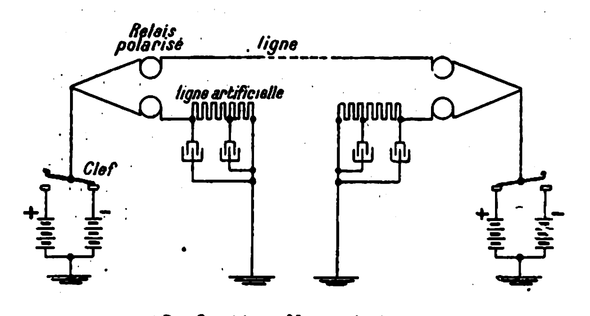


Fig. 1. — Schémas des montages du système Morse, simple et duplex, utilisés aux États-Unis.

sur une ligne télégraphique, on peut améliorer le fonctionnement par des artifices tels que l'accroissement de l'impédance de la ligne, de l'intensité du courant transmetteur, le shuntage des relais par des condensateurs ou des résistances sans self-induction, l'emploi d'enroulements secondaires en court-circuit sur les relais, etc. Mais ce ne sont là que des palliatifs qui ne suffisent plus en cas de fortes perturbations.

Si l'on peut introduire, dans une ligne télégraphique, des tensions égales et de sens opposé à celles que produit l'induction électromagnétique, et si l'on peut en même temps fournir à la ligne la charge égale et de signe contraire à celle qui est due à l'induction électrostatique, on arrivera à neutraliser les effets d'induction. La figure 2 montre une façon dont on peut réaliser cette idée. Des transformateurs d'intensité insérés dans un fil perturbateur feront naître dans la ligne télégraphique une tension proportionnelle au courant qui parcourt ce fil. Pour les lignes de traction, sur lesquelles les charges se déplacent continuellement, il serait nécessaire de diviser la ligne en plusieurs sections, avec un transformateur

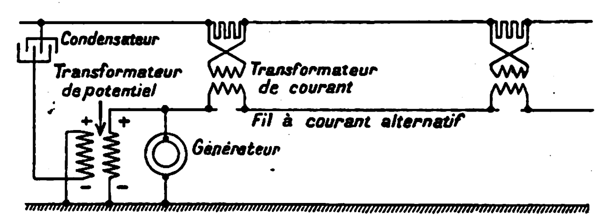


Fig. 2. — Schéma du montage des transformateurs et condensateur pour neutraliser l'induction électromagnétique et l'induction électrostatique sur une ligne télégraphique voisine d'une ligne à courant alternatif.

pour chacune; plus les sections seront courtes, plus la neutralisation sera exacte. Quant à l'induction électrostatique, on la neutralisera par des condensateurs reliés à des transformateurs de potentiel, comme l'indique la figure; on obtiendra la charge convenable en faisant varier la capacité des condensateurs ou la tension qui leur est appliquée.

Au lieu d'employer, pour la compensation, un courant tiré directement du fil perturbateur, on peut tirer ce courant d'un fil compensateur spécial placé tout près du fil télégraphique. La tension induite dans ces deux fils sera la même, puisqu'ils seront dans les mêmes conditions et, au moyen d'un transformateur à rapport unité, on fera les connexions de telle sorte que la tension induite directement dans le fil télégraphique soit annulée par la tension induite dans le fil compensateur.

Malgré tous les dispositifs de compensation, il peut dans certains cas y avoir avantage à employer un télégraphe à circuit entièrement métallique. Mais on ne retirera tout le bénéfice de ce système qu'en suivant les principes d'« équilibrage » qui seront mentionnés à propos du téléphone. Cependant une forme quelconque de télégraphe à circuit métallique sera toujours moins sensible aux perturbations qu'un télégraphe à retour par la terre.

On peut employer, avec le télégraphe à circuit métallique complet, le montage des appareils en série ou en dérivation (*voir* les schémas de la figure 3), et l'une ou l'autre de ces dispositions, convenablement installée, sera parfaitement équilibrée. On peut en dire autant du téléphone, quoiqu'on n'ait jamais employé pour le téléphone à circuit métallique le montage en série équilibré.

Au point de vue de l'induction, les points situés vis-à-vis l'un de l'autre sur les deux fils d'une ligne téléphonique ou d'une ligne télégraphique à circuit métallique sont au même potentiel. Les champs inducteurs sont peu différents dans la région de chacun des deux fils,

(1) D'après J.-B. TAYLOR. Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 8 octobre 1909 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXVIII, octobre 1909, p. 1287-1332).

eux-ci n'étant écartés que de 25 cm ou 30 cm; les petites différences de potentiel qui résultent de cet écartement sont rendues insignifiantes par de fréquentes transpositions des fils et n'ont d'autre effet que de faire naître de faibles courants de charge s'écoulant d'une section à une autre, dans chaque sens alternativement. Les appareils, tels que les récepteurs téléphoniques, les sonneries, les relais télégraphiques, montés en dérivation entre les deux fils, sont donc à l'abri des effets d'induction. Si les appareils sont montés en série, il faut, pour assurer l'équilibrage, les enrouler suivant le mode différentiel, deux enroulements égaux étant insérés chacun dans un fil de ligne. Avec cette disposition, les courants induits ou les charges statiques allant d'une section à l'autre de la ligne n'affecteront pas l'instrument.

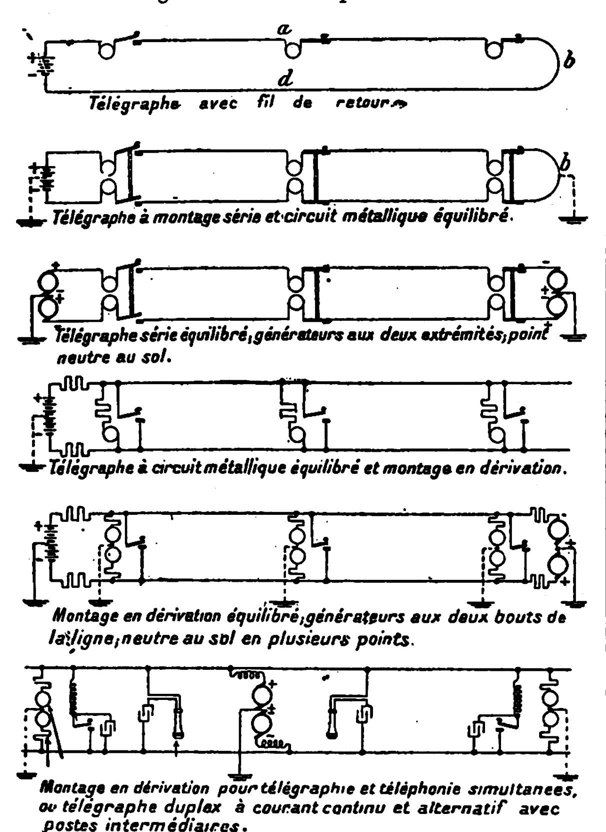


Fig. 3. — Divers montages des lignes télégraphiques à circuit métallique complet.

La figure 3 montre divers montages qu'on peut employer pour le télégraphe à circuit métallique. Le premier schéma représente une ligne télégraphique ordinaire à montage série, le retour du courant se faisant par un fil au lieu de se faire par la terre. Si les conditions sont telles que les effets électrostatiques puissent être négligés, cette disposition, quoique non équilibrée, donnera satisfaction.

Les deux diagrammes suivants représentent un télégraphe à circuit métallique avec montage série équilibré. Dans ce cas, le relais doit être muni de deux enroulements à action différentielle. Il faut aussi des clefs bipolaires. Dans le second schéma, la source de courant est une pile, dont le point neutre peut être mis au sol ou non; il en est de même pour l'extrémité *b* de la ligne. Dans tous ces cas, le but de la mise au sol du point neutre est de maintenir tout l'ensemble du réseau à peu près au potentiel de la terre. Dans le troisième schéma, le courant est fourni par des génératrices placées à chaque bout de la ligne, avec le point neutre au sol. Cette disposition permet d'alimenter les lignes métalliques équilibrées par le matériel générateur ordinaire des postes télégraphiques, ce matériel se composant de machines positives et négatives de voltage à peu près égal, dont une borne est mise au sol.

Les schémas 4 et 5 montrent une ligne télégraphique à circuit métallique avec relais montés en dérivation sur les deux fils de la ligne. L'enroulement du relais doit alors avoir une résistance aussi grande que possible; il peut même être bon de mettre une résistance additionnelle en série avec chaque relais. On intercale, entre la source du courant et la ligne, des résistances de valeur suffisante pour que la fermeture d'une quelconque des clefs donne aux bornes tous les de relais une chute de tension assez grande pour les mettre en action. Dans le schéma 4, on voit une pile à une extrémité de la ligne seulement, tandis que dans le schéma 5 l'énergie est fournie aux deux bouts de la ligne. Dans ce dernier schéma les points neutres de la pile et des génératrices sont mis au sol, et l'on a aussi indiqué la possibilité de mettre au sol les points neutres des relais.

Le dernier schéma indique une combinaison du télégraphe et du téléphone, avec ligne entièrement métallique et montage en dérivation. On pourrait substituer au téléphone un des divers systèmes de télégraphe à courant alternatif. Cette disposition, étant équilibrée aussi bien pour les appareils à courant alternatif que pour les appareils à courant continu, serait à l'abri des perturbations inductives, et réciproquement ne troublerait pas les lignes voisines, comme il arrive souvent avec les télégraphes à courant alternatif. Autrement dit, les deux fils ainsi montés forment deux circuits indépendants, avec postes intermédiaires si l'on veut.

2° Réseaux téléphoniques. — Les lignes téléphoniques sont toujours à deux fils, car ce n'est que dans des cas exceptionnels qu'un téléphone à retour par la terre peut fonctionner dans des conditions satisfaisantes. Tout le secret du bon fonctionnement d'une ligne téléphonique consiste à y appliquer le principe du pont de Wheatstone, à savoir qu'aucun courant ne peut passer dans un fil ou un appareil reliant deux points au même potentiel, même si ces deux points sont situés sur des conducteurs parcourus par des courants intenses. La réalisation pratique de ce principe exige que chacun des deux fils d'une ligne téléphonique ait la même résistance, la même inductance, la même capacité et le même isolement.

Plus exactement, cette égalité devra exister, non seulement pour le circuit dans son ensemble, mais pour chaque partie du circuit, considéré comme divisé en sections de faible longueur. En pratique, ces conditions idéales ne peuvent être atteintes qu'approximativement, même

avec de nombreuses transpositions des deux conducteurs.

Sur les réseaux téléphoniques, on ne peut assurer un bon service qu'au prix d'une constante vigilance. L'isolement tend toujours à devenir mauvais, et les variations de résistance aux connexions détruisent l'équilibre; or, dans le voisinage d'autres conducteurs, toute perturbation de l'équilibre se fait aussitôt sentir. Il est indispensable, dit l'auteur, d'amener l'isolement du réseau téléphonique entier à une excellente valeur avant de recourir aux transpositions de fils. Quand une ligne téléphonique est posée sur les mêmes poteaux qu'une ligne de transmission d'énergie, il n'y a guère de cas où la transposition des fils tous les cinq poteaux soit plus efficace que tous les dix poteaux. Dans un cas récent, on augmenta le nombre des transpositions dans une ligne téléphonique, et aussi dans la ligne d'énergie, sans améliorer beaucoup le service. On trouva plus tard la cause du défaut dans une pile sèche de microphone, logée dans un emplacement humide à quelque distance de l'appareil. Les fabricants d'appareils téléphoniques ont l'habitude de mettre des parties communes aux circuits primaire et secondaire de leurs instruments dans le but d'épargner quelques centimètres de fil ou un contact supplémentaire au crochet interrupteur; il est donc bien inutile de chercher à donner un grand isolement à la ligne si l'on n'assure pas en même temps celui de tous les appareils.

3° Réseaux a courant alternatif. — Les premiers réseaux à courant alternatif étaient monophasés et employés surtout pour l'éclairage, au moyen d'un grand nombre de petits transformateurs, comme le représente schématiquement la figure 4. Un tel réseau étant à circuit

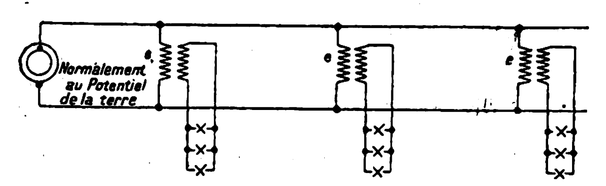


Fig. 4. — Schéma d'un réseau de distribution à courant alternatif simple.

entièrement métallique, avec montage des récepteurs en dérivation et sans liaison avec la terre, les champs qui peuvent influencer les fils voisins sont relativement faibles. Mais les terres accidentelles qui se produisent sur la ligne d'éclairage, ou sur la ligne téléphonique qui est souvent parallèle, ou sur les deux, donnent naissance à des bruits dans le téléphone. Les divers feeders d'une distribution étant reliés en parallèle aux mêmes barres collectrices, une terre sur un feeder quelconque détruit l'équilibre électrostatique de tous les autres. Il est aussi possible qu'une terre se produise simultanément sur chaque pôle du réseau d'éclairage, ce qui rendra inégaux les courants circulant dans les deux fils et donnera lieu à des effets d'induction électromagnétique, mais ces terres étant ordinairement résistantes, ces perturbations sont faibles par rapport à celles qui résultent du déséquilibre électrostatique.

Il faut considérer ensuite le système triphasé, représenté par les schémas de la figure 5. Le schéma A se rapporte à un réseau triphasé à trois fils alimentant des récepteurs triphasés, soit directement, soit par

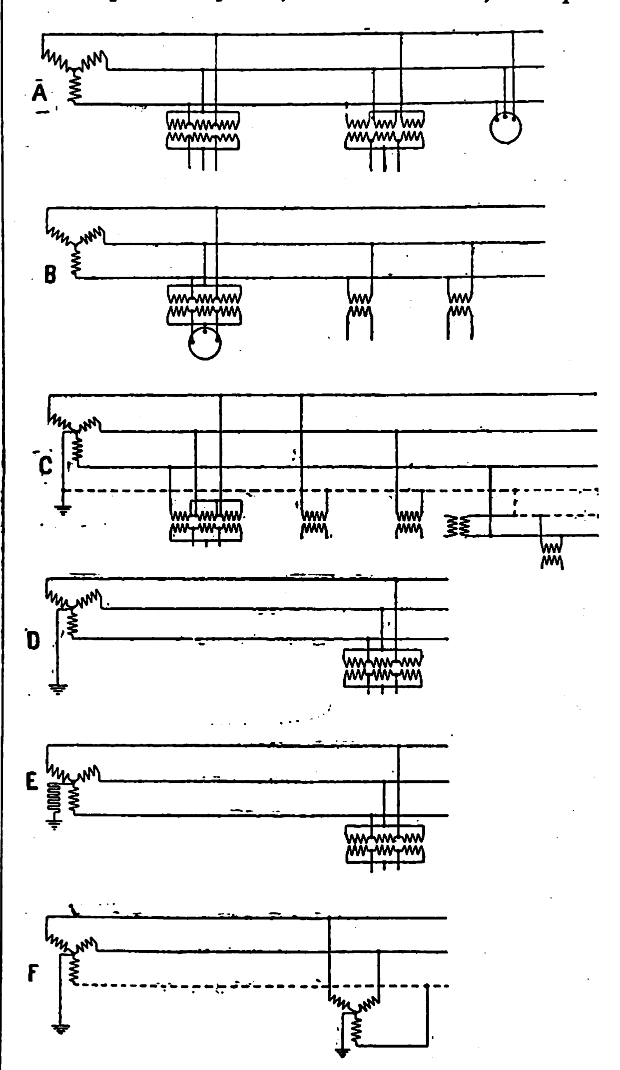


Fig. 5. — Schémas des réseaux de distribution à courants alternatifs triphasés.

l'intermédiaire de transformateurs. Avec ce système, la capacité de chacun des fils par rapport au sol étant presque la même, le point neutre de la transmission tend à se maintenir au potentiel du sol. La somme algébrique des potentiels des trois fils par rapport au sol est nulle à tout instant, ainsi que la somme algébrique des courants circulant dans les trois fils en un point quelconque. Donc, à moins que les trois fils ne soient très écartés, les champs extérieurs, électrostatique et électromagnétique, sont faibles. Une terre accidentelle sur un des conducteurs détruit l'équilibre statique, comme dans le cas du système monophasé.

Le schéma B est celui d'un réseau triphasé fournissant à la fois force et lumière. On y trouve souvent, comme

l'indique le schéma, deux des conducteurs prolongés pour former une ligne monophasée. Alors, même avec un isolement parfait, le potentiel du point neutre s'écarte de celui du sol, plus ou moins selon les capacités relatives des dérivations triphasées et des dérivations monophasées. Ce système mixte pourra donc donner lieu à des effets d'induction électrostatique. Au point de vue électromagnétique, il est aussi bien équilibré que le précédent. Une distribution triphasée à circuits équilibrés peut d'ailleurs être mise dans les mêmes conditions par la fusion d'un plomb.

Schéma C : distribution triphasée à quatre fils. Le point neutre peut être mis au sol ou non. Les moteurs sont alimentés comme dans le système triphasé à trois fils, tandis que les transformateurs d'éclairage sont branchés entre un des fils de phase et le fil neutre. Quand le point neutre n'est pas mis au sol, ce système équivaut à celui du schéma B. Quand le point neutre est au sol, une dérivation entre fil de phase et neutre a évidemment le même effet qu'une ligne monophasée dont un conducteur est au sol.

Schéma D : Distribution triphasée à trois fils avec point neutre maintenu au potentiel de la terre. Si l'on néglige les variations de tension dues à la charge, dans la ligne et les machines, une terre sur un des conducteurs ne trouble pas l'équilibre statique mais détruit l'équilibre électromagnétique, puisqu'alors un certain courant déterminé par la résistance du défaut et du trajet dans le sol, parcourt un seul des conducteurs et retourne au point neutre par la terre.

Schéma E : Point neutre mis au sol par l'intermédiaire d'une résistance. Avec cette disposition, une terre sur un des conducteurs détruira en général à la fois l'équilibre statique et l'équilibre électromagnétique.

Le schéma F représente une distribution triphasée dans laquelle le point neutre est mis au sol à l'extrémité génératrice et à l'extrémité réceptrice de la ligne. Au point de vue des perturbations d'équilibre, cette disposition est très semblable à celle du schéma D. Au point de vue de l'exploitation, la mise au sol du neutre aux deux extrémités permet en cas d'accident de continuer l'alimentation avec un ou deux conducteurs hors de service.

Dans toute cette discussion, on a admis que la capacité des enroulements générateurs et transformateurs par rapport au sol est faible vis-à-vis de la capacité des fils de transmission, aériens ou souterrains.

4° Lignes de traction monophasées. — Les schémas de la figure 6 indiquent les diverses dispositions usitées pour les lignes de traction à courant monophasé.

Le schéma A est celui de la forme la plus simple. Une génératrice monophasée a l'une de ses bornes reliée à la terre et l'autre à un trôlet aérien, le retour se fait par les rails de roulement et la terre. En négligeant la chute de tension en ligne, le conducteur aérien est au même potentiel sur toute sa longueur, et comme il n'est pas accompagné d'un conducteur de polarité opposée, il s'établira des champs statiques d'intensité constante, ne dépendant pas du nombre des voitures en service. Quant aux effets électromagnétiques, ils seront proportionnels à la longueur de la ligne et au courant et varieront avec la distribution des voitures sur la ligne.

Au point de vue statique, la disposition du schéma B est juste aussi mauvaise que la précédente, mais en situant l'usine génératrice au milieu de la ligne et non à l'extrémité, la longueur maxima d'alimentation est réduite de moitié et en outre les courants de sens opposé qui circulent dans les deux moitiés de la ligne neutralisent jusqu'à un certain point leurs effets magnétiques.

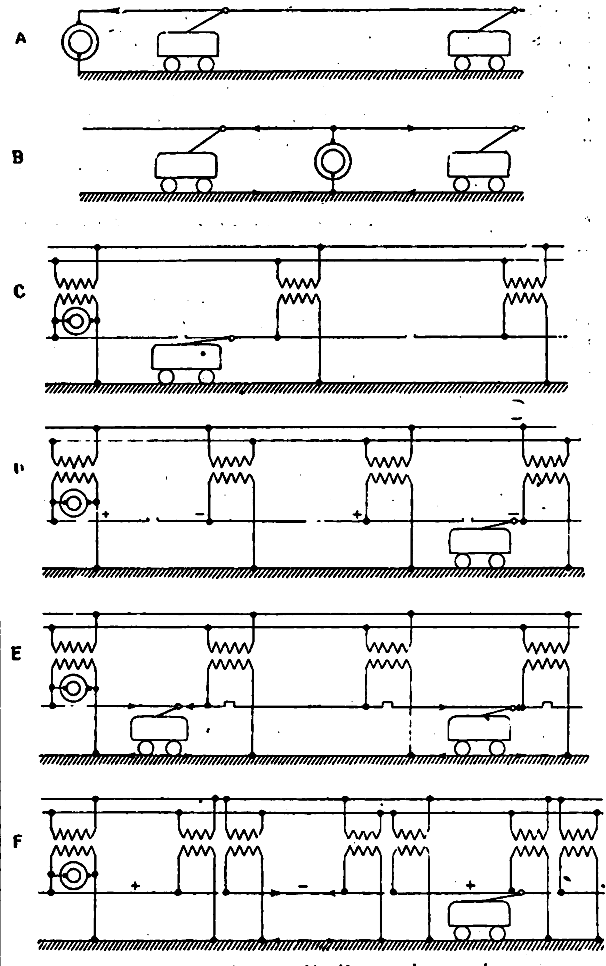


Fig. 6. — Schémas des lignes de traction à courant alternatif simple.

La disposition du schéma C s'obtient en ajoutant à celle de B une ligne de transmission et des sous-stations transformatrices; elle ne lui est supérieure, au point de vue des effets d'induction électromagnétique, que par la possibilité de réduire la longueur des subdivisions de la ligne.

Entre le schéma C et le schéma D, la seule différence est que les connexions des transformateurs sont faites de telle sorte que les sections de la ligne soient alternativement de polarités opposées. En conséquence, une ligne télégraphique ou téléphonique, exposée également à un même nombre de sections positives et de sections

négatives, sera pratiquement à l'abri de l'induction électrostatique.

Dans le schéma E, le fil de trôlet n'est pas subdivisé mais continu. Toutes ses parties ont donc la même polarité, ce qui donne lieu à des effets statiques. Mais au point de vue de l'induction électromagnétique, cette disposition a des avantages marqués. En admettant que les transformateurs de deux sous-stations adjacentes donnent une égale tension aux bornes, une voiture située à mi-chemin entre deux sous-stations recevra d'elles des courants égaux; ces courants égaux, parcourant d'égales distances dans des sens opposés, induiront dans les fils télégraphiques ou téléphoniques voisins des forces électromotrices qui se neutraliseront. Cette neutralisation aura lieu même pour des positions de la voiture autres que la position médiane, car alors la sous-station la plus voisine fournira un courant plus intense, mais ce courant parcourra une moindre longueur du fil de trôlet.

Enfin on peut combiner les deux dispositions précédentes comme le montre le schéma F, où chaque section du trôlet est alimentée par ses deux extrémités, et où les sections sont alternativement de polarités opposées. Ce système exige qu'on installe à certaines des sous-stations soit deux transformateurs, soit un transformateur avec deux enroulements secondaires.

Dans les divers dispositifs qu'on vient d'examiner, la neutralisation des actions inductrices est due à l'effet différentiel de deux sections de la ligne ou plus de deux.

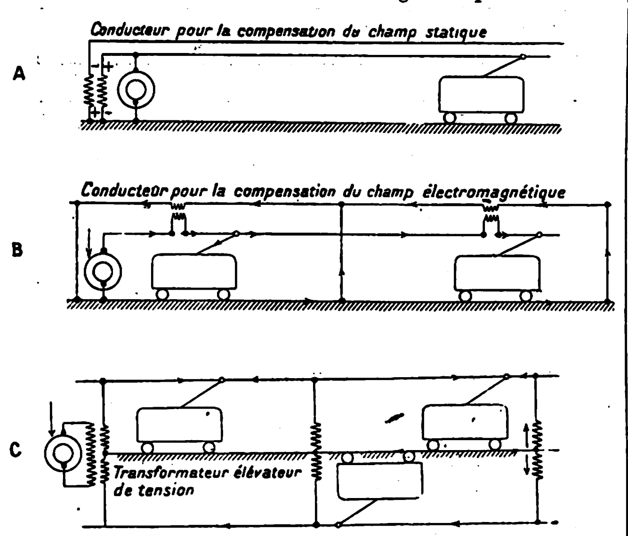


Fig. 7. — Schémas de lignes de traction à courant alternatif simple avec conducteur de compensation.

Mais en un point donné, il n'y a pas d'action neutralisante, électrostatique ou électromagnétique. Ces dispositifs ne sont donc efficaces que là où une ligne télégraphique reste parallèle à une ligne de transmission et à une distance à peu près invariable, sur la longueur d'un certain nombre de sections. Pour échapper à cette restriction, on emploie diverses dispositions qui exigent des conducteurs supplémentaires. La figure 7 en représente quelques-unes, toutes destinées à reproduire plus ou moins les conditions du circuit métallique, en conservant le trôlet unique. Dans le schéma A, on voit un conducteur établi à proximité du fil de trôlet; un ou plusieurs transformateurs maintiennent entre ce conducteur et le sol une différence de potentiel égale et de signe contraire à celle du fil de trôlet. On neutralise ainsi les effets électrostatiques. En plaçant ce conducteur le plus près possible du fil de trôlet, on les neutralisera également bien pour des lignes télégraphiques placées à des distances diverses et des deux côtés de la voie.

Le schéma B montre un conducteur destiné à neutraliser les effets électromagnétiques des courants. Ce conducteur est posé près du fil de trôlet et doit pouvoir supporter un courant d'intensité égale. Des transformateurs d'intensité, de rapport unité, ont leurs primaires insérés dans le fil de trôlet et leurs secondaires dans le conducteur de compensation. Au milieu des intervalles compris entre ces transformateurs, le conducteur de compensation est relié aux rails. On a cherché ainsi à faire circuler des courants égaux et de sens opposé dans les deux fils aériens. Selon la position des voitures, la compensation sera insuffisante ou exagérée. Mais en installant un certain nombre de transformateurs, on aura une compensation à peu près exacte. Ce système a en outre l'avantage de réduire beaucoup la self-induction de la ligne.

Le schéma C indique une disposition où le même conducteur tend à neutraliser à la fois les effets statiques et électromagnétiques. Ce système est semblable à la distribution à trois fils d'Edison, les rails de roulement formant le conducteur neutre. Des autotransformateurs, ou des transformateurs de rapport unité, maintiennent des différences de potentiel égales et de signe contraire entre les deux conducteurs aériens et la terre.

Des transformateurs d'intensité de rapport unité feront circuler des courants égaux et de sens opposés dans les deux conducteurs, comme dans le schéma B. Ou encore le second conducteur aérien peut, si l'on veut être utilisé comme trôlet; il y aurait avantage à le faire dans le cas d'une voie double. Les conducteurs de transmission forment ainsi deux trôlets neutralisant les effets électrostatiques et partiellement les effets électromagnétiques.

5° Comparaison des effets électrostatiques et des effets électromagnétiques. — Les perturbations résultantes dans une ligne télégraphique sont dues à des effets électromagnétiques et à des effets électrostatiques. Ces deux influences se composent vectoriellement, l'angle des vecteurs dépendant du facteur de puissance de la charge et des diverses constantes du circuit télégraphique. La nature de la perturbation éprouvée dépend donc du fait que l'une des deux causes, induction électrostatique ou induction électromagnétique, prédomine sur l'autre. Le Tableau ci-dessous met en regard certains des caractères de ces deux inductions :

Induction électromagnétique.	*Induction électrostatique.*
Varie avec la charge.	Effet constant.
Varie avec la position des véhicules.	Indépendante de la position de la charge (en négligeant la chute de tension en ligne).



Induction électromagnétique.	*Induction électrostatique.*
Force électromotrice induite proportionnelle à la fréquence.	Tension par rapport au sol en circuit ouvert indépendante de la fréquence. Courant de charge, en cas de mise au sol, proportionnel à la fréquence.
Force électromotrice induite proportionnelle à la longueur.	Tension par rapport au sol en circuit ouvert indépendante de la longueur.
Courant dans la ligne télégraphique fermée pratiquement indépendant de la longueur (on suppose que l'impédance totale croît proportionnellement à la longueur).	Courant de charge, en cas de mise au sol, proportionnel à la longueur.
La résistance et la réactance de la ligne influent beaucoup sur la valeur du courant.	L'effet produit se rapproche plutôt d'un courant d'intensité constante.
C'est généralement l'effet prédominant dans les lignes télégraphiques.	C'est généralement l'effet prédominant dans les lignes téléphoniques.
On obtient une légère action protectrice au moyen de conducteurs voisins.	Les conducteurs voisins donnent une action protectrice plus efficace.
On obtient une protection partielle en plaçant les conducteurs dans des câbles sous plomb, ou en les mettant sous terre.	On obtient une protection efficace par l'emploi de câbles sous plomb.

P. L.

RADIOTÉLÉGRAPHIE.

Application de la télégraphie sans fil à la détermination des longitudes.

On sait que la détermination de différence de longitude entre deux lieux consiste en définitive à la déternation du temps qui s'écoule entre les passages d'une même étoile aux méridiens de chacun des lieux. Si donc un observateur placé en B possède un chronomètre réglé d'après le temps sidéral du lieu A, il lui suffira de noter l'instant où passe à son méridien l'étoile qui passe au méridien de A au temps zéro, pour pouvoir en déduire la différence de longitude des deux lieux. Par suite, le problème se réduit à la connaissance, en un lieu quelconque B, de l'heure sidérale du lieu A pris pour origine des longitudes.

Mais la connaissance exacte en un lieu quelconque de la terre de l'heure sidérale de A présente de sérieuses difficultés. Le procédé primitivement employé consiste à régler avec soin un chronomètre en A et à l'emporter en B. Le succès du procédé suppose que la marche du chronomètre est rigoureusement régulière ou tout au moins qu'on connaisse avec précision les irrégularités de sa marche. Or, quelles que soient les précautions prises pendant le transport, il est toujours à craindre que ce transport n'affecte la marche du chronomètre.

Dès que la télégraphie a permis d'envoyer un signal d'un lieu à un autre très éloigné, on s'est empressé d'utiliser ces signaux pour augmenter l'exactitude de la détermination des différences de longitude. On conçoit, en effet, que si l'on envoie de A un signal à un instant bien déterminé, l'observateur placé en B puisse régler son chronomètre sur l'heure de A, s'il connaît le temps que le signal a employé pour franchir la distance AB. Mais avec la télégraphie par fil la durée de la propagation est difficilement connue avec toute la précision désirable; en outre, ce mode de transmission ne peut nécessairement être utilisé qu'entre deux stations terrestres reliées par un fil. La télégraphie sans fil n'a pas ces inconvénients : la transmission est pratiquement instantanée, et le lieu de réception peut être fort éloigné de A. Dès lors, il était tout naturel d'essayer d'appliquer la télégraphie sans fil à la détermination des longitudes, et c'est à la réalisation de cette application que le Bureau des Longitudes, sous l'impulsion de son président, M. H. Poincaré, a consacré ses efforts.

Les premières expériences effectuées en vue de l'emploi de la télégraphie sans fil à la détermination des longitudes eurent lieu entre Paris et Brest, sous la direction de M. Guyou; elles furent tout à fait concluantes. Le Bureau des Longitudes chargea alors le commandant Ferrié de lui établir un système d'émission d'ondes, qui fût suffisamment précis pour résoudre le problème de la transmission de l'heure sur les continents et les mers.

On sait qu'une partie de ce problème est aujourd'hui résolue et appliquée : la transmission de l'heure aux navires est aujourd'hui effectuée régulièrement par signaux envoyés de la Tour Eiffel, et cette application eût été réalisée depuis février dernier si la crue de la Seine, en inondant le poste souterrain de télégraphie sans fil de la Tour Eiffel, n'était venue retarder sa mise en service. Mais, tandis que les navires peuvent se contenter d'une approximation d'une demi-seconde ou même d'une seconde, une erreur de ce genre correspondant à une différence de longitude de quelques centaines de mètres, ce qui n'a aucune importance pour un navire situé en pleine mer, les services géodésiques exigent une précision bien plus grande et pour ceux-ci une autre solution a dû être adoptée.

Cette solution comporte l'emploi d'un pendule à entretien électromagnétique établi d'après les données de M. Lippmann. La tige du pendule est surmontée d'une lame métallique qui, lorsque la tige est verticale, se trouve en contact avec deux légers ressorts en argent disposés de part et d'autre. En oscillant le pendule rompt le contact avec l'un, puis avec l'autre des deux ressorts, et cette rupture provoque, au moyen d'un relais, l'éclatement d'une étincelle unique entre les électrodes d'un transmetteur d'ondes. Ce pendule ne bat pas exactement la seconde; il est réglé de manière à être en retard ou en avance d'une fraction de seconde bien déterminée, $\frac{1}{100}$ par exemple.

Supposons maintenant le pendule et l'antenne installés en un lieu quelconque. Aux points A et B, entre lesquels nous voulons connaître la différence de longitude, installons des postes de réception de télégraphie sans fil avec récepteur téléphonique. En outre, disposons à chaque station un chronomètre réglé sur l'heure locale de cette station, de manière que ses battements agissent sur un microphone relié au récepteur téléphonique. L'observateur de chaque station percevra à la fois le tic-tac du pendule et du chronomètre. Mais ces perceptions ne se feront pas en général au même instant, puisque le pendule, qui bat la seconde plus ou moins un centième, et le chronomètre, qui bat exactement la seconde, n'ont pas la même durée d'oscillation; ce ne sera qu'à certains moments, séparés par des intervalles égaux, que se produiront les coïncidences.

Voyons maintenant comment ce système permettra de déterminer la différence des heures locales en A et B, et par conséquent la différence des longitudes entre ces points. Supposons que l'observateur placé en A constate une coïncidence au 63e signal, son chronomètre marquant 2 h 3 m 15 s, et que l'observateur placé en D constate une coïncidence au 75e signal, son chronomètre marquant alors 2 h 5 m 8 s. A l'instant du 63e signal l'heure au poste B était donc 2 h 5 m 8 s moins $12 \times \frac{101}{100}$, en admettant $\frac{101}{100}$ s pour la durée d'oscillation du pendule. On en conclut que la différence des heures locales de A et B est de 1 m 53 s moins $\frac{1212}{100}$ s, soit 1 m 40 s, 88, à laquelle correspond une différence de longitude de 25′15″,30.

Les études relatives à la réalisation de cette méthode ont été faites par MM. Driencourt, ingénieur, Claude, astronome à l'observatoire du Parc Montsouris, et le commandant Ferrié. Un certain nombre d'expériences ont eu lieu dans cet observatoire et dans celui de Paris, qui recevaient les battements du pendule installé à la Tour Eiffel; elles ont permis de reconnaître que la méthode n'est pas sujette à une erreur de plus de $\frac{1}{100}$ de seconde de temps.

Les installations radiotélégraphiques nécessaires à la détermination des longitudes par ce procédé entre Paris, Brest, Bizerte, Alger, etc., sont actuellement en cours d'exécution.

Perturbations dans la propagation des ondes de télégraphie sans fil (1).

Depuis l'origine de la télégraphie sans fil on sait que la portée d'un poste dépend de diverses circonstances : proximité d'une chaîne de montagnes, nature du sol rayonnement solaire, etc.

Des observations intéressantes ont été faites ces dernières années sur les causes perturbatrices : des postes dont le rayon d'action normal était de 100 km ont parfois permis de correspondre à 1000 km. Ces résultats, qui avaient d'abord été mis en doute, ont été maintes fois observés. Jusqu'à présent, ces records de distance n'ont été obtenus que dans des endroits bien déterminés :

1° Le golfe du Lion; 2° Port-Saïd; 3° la région comprise entre le cap Finistère et Lisbonne; 4° une partie de l'océan Atlantique, située aux environs de 10°15′ de longitude Ouest et 48°40′ de latitude Nord; 5° une région située aux environs de Scheweningen.

La raison exacte de ces records de distance n'est pas encore bien connue. Il semble que la quantité locale de métal contenue dans le sol ait sur la propagation des ondes une grande influence à laquelle vient s'ajouter l'état électrique de l'atmosphère.

C'est la nuit que les postes de faible puissance permettent d'atteindre de grandes distances, comme l'avait déjà remarqué Marconi. Ceci tient probablement à la faible ionisation de l'éther après le coucher du Soleil. Lorsque ce dernier s'élève, le champ d'action décroit graduellement jusqu'à sa valeur normale.

Le vapeur *Bremen* a fait, dans la Méditerranée, de curieuses observations sur les communications qu'il recevait de Norddeich par-dessus les Alpes. En quittant Naples, situé à 540 km environ au sud de Gênes, il reçut la nuit des dépêches de Norddeich, avec une intensité que nous désignerons par 1; à midi, le jour suivant, l'intensité était tombée à 0,65 et le navire était à 260 km de Gênes; la nuit suivante, le navire se trouvait dans le port de Gênes, l'intensité était remontée à 2,4, pour retomber à 0,085 dans la journée. Dans le jour, l'intensité de réception était donc d'autant plus faible qu'on s'approchait davantage des montagnes; l'influence de ces dernières était à peine sensible pendant la nuit.

En résumé, on ne peut pas parler de la portée maxima d'un poste de télégraphie sans fil : des appareils qui, par 50° de latitude Nord, permettent des communications à grande distance, peuvent étonner par la faible portée qu'ils atteignent parfois sous les tropiques à cause du rayonnement solaire.

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXI, 3 février 1910.

TÉLÉPHONIE.

Calcul d'un voyant indicateur monté avec shunt.

Par suite de l'introduction à Paris de la batterie centrale, il en résulte la création, chez l'abonné, de nouveaux appareils qui comportent des organes dont le fonctionnement exige des conditions nouvelles et spéciales.

Dans les tableaux pour poste d'abonnés en particulier, le règlement des Postes et Télégraphes publié dès l'année dernière imposait pour l'annonciateur de fin de conversation une sensibilité qu'il était assez difficile de réaliser.

Ce voyant dont la résistance était laissée à l'initiative des constructeurs, est shunté par une résistance sans self de 50 ohms et il devait pouvoir fonctionner avec un courant de 27 milliampères, passant dans l'arc multiple.

L'étude mathématique de ce problème, quoique simple en elle-même nous a conduit à des résultats intéressants et nous avons cru bon de la généraliser en étudiant quel était le meilleur diamètre de fil à adopter pour obtenir dans une bobine, celle du voyant en pratique, le maximum du champ magnétique.

Soient a et b (*fig.* 1) le rayon de la joue et celui du noyau de la bobine, soit l la distance entre les joues.

Ω sera la résistance du shuntage, x la résistance de la bobine et I le courant passant dans l'arc multiple.

Soient r le rayon du fil et ε l'épaisseur de l'isolant.

Les ampères-tours dans la bobine seront, en appliquant la formule de l'arc multiple,

$$y = ni = \frac{nI\Omega}{\Omega + x}. \tag{1}$$

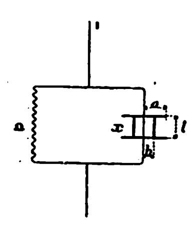


Fig. 1.

Calculons n et x en fonction des constantes de la bobine Le nombre de tours, étant donné l'encombrement réservé au fil, sera

$$n = \frac{(a-b)\,l}{K\pi(r+\varepsilon)^2}. \tag{2}$$

Dans cette formule K est une constante d'enroulement que nous avons calculée dans une précédente étude ([1]). Étant donné qu'il s'agit ici de fil de faible diamètre en général, par conséquent d'enroulements simples chevauchés, nous prendrons

$$K = 1,10, \tag{3}$$

La valeur de x, L étant la longueur de fil, sera

$$x = \frac{L\rho}{\pi r^2}.$$

Mais

$$L = \pi(a+b)\,n,$$

par suite

$$x = \frac{n(a+b)\rho}{r^2} = \frac{(a^2-b^2)\,l\rho}{K\pi r^2(r+\varepsilon)^2}. \tag{4}$$

Éliminons n, x et K entre les équations (1) (2) (3) et (4), il vient en fin de compte

$$y = I\Omega\frac{(a-b)\,lr^2}{1,10\pi\Omega r^2(r+\varepsilon)^2 + (a^2-b^2)\,l\rho}.$$

Étant donnée la nature des enroulements on peut négliger ε et prendre par exemple K = 1,15 et l'on a finalement

$$y = I\Omega\frac{(a-b)\,lr^2}{1,15\pi\Omega r^4 - (a^2-b^2)\,l\rho}.$$

C'est la valeur des ampères-tours sur la bobine. Pour avoir le meilleur fonctionnement du voyant il faut évidemment que y atteigne son maximum. Si nous dérivons nous aurons

$$\frac{dy}{dr} = -2,30\pi(a-b)\,lI\Omega^2 r\left[r^4 - \frac{l\rho(a^2-b^2)}{\Omega}\right].$$

Cette dérivée s'annule et change de signe pour

$$r = 0,$$

$$r = \pm\sqrt[4]{\frac{l\rho(a^2-b^2)}{\Omega}}.$$

Le Tableau des variations est le suivant

r....	$-\infty$		$-\sqrt[4]{}$		o		$+\sqrt[4]{}$		$+\infty$
$\frac{dy}{dr}$...		+		—		+		—	
y....	o	→	M	→	o m	→	M	→	o

et la courbe représentative a l'allure indiquée par la figure 2.

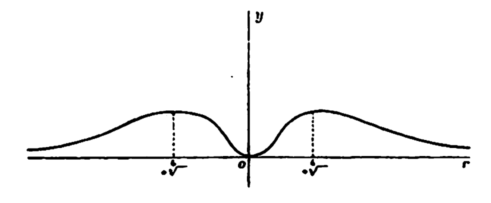


Fig. 2.

Le diamètre du fil est donc maintenant complètement déterminé car dans la formule

$$d = 2r = 2\sqrt[4]{\frac{l\rho(a^2-b^2)}{\Omega}}$$

tout est connu.

On peut en tirer des conclusions curieuses.

Calculons les ampères tours maximums; nous aurons

$$y_M = \frac{I\Omega\sqrt[4]{\frac{l\rho(a^2-b^2)}{\Omega}}}{1,15\pi(a+b)\rho + (a+b)\rho},$$

ou finalement en simplifiant il vient

$$y_M = \frac{I}{\rho(1,15\pi+1)}\sqrt{l\rho\frac{a-b}{a+b}}\sqrt{\Omega},$$

ou encore

$$y_M = \frac{I}{4,60}\sqrt{\frac{l}{\rho}\,\frac{a-b}{a+b}}\sqrt{\Omega}.$$

On voit donc que si l'on branche, aux bornes d'une bobine de dimensions fixées comme encombrement et parcourue par un courant constant I, une résistance sans self Ω qu'on fait varier, le champ maximum que pourra créer la bobine avec le diamètre de fil convenable variera comme la racine carrée de Ω.

Cette particularité curieuse que nous avons démontrée peut être susceptible d'applications pratiques, recherches dont nous laisserons le souci à nos lecteurs.

Eugène-H. Weiss.

MESURES ET ESSAIS.

PHOTOMÉTRIE.

Études récentes sur la mesure de la lumière et de l'éclairement (1).

Le problème posé était le suivant : Quelles doivent être les qualités d'un photomètre pour mesurer pratiquement l'éclairement ? Avec quel degré d'exactitude l'éclairement dans les rues et les habitations peut-il être mesuré et quelle limites de précision sont à présent admissibles ?

M. A.-P. Trotter considère que la première qualité d'un photomètre pour la mesure de l'éclairement, qui, en fait, le distingue d'un photomètre ordinaire, est d'avoir un écran horizontal, sans obstruction mais bien dégagé tout autour. L'éclairement peut être mesuré en déterminant successivement la puissance lumineuse ou intensité de chaque lampe qui contribue à l'éclairement et en calculant l'effet dû à la combinaion des lampes. De telles mesures doivent être faites sur des écrans inclinés, mais la mesure de l'ensemble doit être seulement considérée sur un plan horizontal. Beaucoup de photomètres pour l'éclairement pourraient être employés comme photomètres d'intensité. Plusieurs instruments, tels que ceux de Martens, Kruss et Weber, furent appliqués à la mesure de l'éclairement sur les pupitres d'école ou sur un tour, ou encore sur un établi dans un atelier, et l'instrument obstruait par lui-même la moitié du champ de l'écran et dans le cas de l'éclairement général pouvait supprimer la moitié de la lumière. De tels appareils sont très utiles pour certains usages, mais ne sont pas convenables pour mesurer l'éclairement dans les rues, les stations de chemin de fer, etc.

La seconde qualité d'un photomètre pour la mesure de l'éclairement est que l'écran soit aussi mat que possible et qu'il obéisse aussi complètement que possible à la loi du cosinus pour qu'il n'y ait aucune erreur d'angles appréciable.

La troisième qualité est d'avoir une bonne lampe. En Allemagne, on emploie souvent une petite lampe à la benzine. La hauteur de la flamme doit être ajustée avec soin; on ne doit pas employer la lampe avant qu'elle ait brûlé pendant 10 minutes. Il est préférable d'utiliser une petite lampe à incandescence alimentée par un accumulateur. Si l'on ferme seulement le circuit pendant chaque lecture, ce qui ne demande pas plus de 20 secondes, le temps total pour un essai pendant toute une soirée ne dépassera pas une demi-heure environ. On peut aisément certifier que la lampe ne variera pas de plus de 2 pour 100, dans son intensité, pendant une soirée. Cette manière d'opérer vaut mieux que d'employer des voltmètres ou des résistances réglables.

La quatrième qualité est une échelle pratique comme étendue. Le maximum ne doit pas excéder 12 bougies-mètre environ et le minimum doit atteindre 0,06 ou au-dessous. L'éclairement minimum pour l'éclairage d'une rue est quelquefois spécifié à 0,3.

La cinquième qualité est de permettre d'opérer avec des lumières colorées. Le photomètre à papillotement ne peut donner de bons résultats que dans quelques cas, mais il est suffisant pour beaucoup d'usages pratiques (1). La sixième qualité est une disposition convenable pour mesurer l'angle d'incidence et enfin la dernière qualité, qui n'est pas la moins importante, est que l'appareil soit bien transportable.

Quant au degré d'exactitude, tout bon instrument, disposé sur un trépied, devra être capable de donner une précision de 2 pour 100. Mais il est inutile d'atteindre une grande précision dans les essais sur le terrain. Des irrégularités dues aux globes en verre, à la boue, aux variations de la pression du gaz ou de la tension électrique et à d'autres causes accidentelles introduisent des erreurs inconnues. Si en répétant un certain nombre de mesures on trouve qu'elles concordent à 5 ou 6 pour 100 près, ce qui ne fait pas plus de 2,5 à 3 pour 100 d'erreur sur la moyenne totale, l'essai peut être considéré comme satisfaisant. Le photomètre de l'auteur répond à tous ces desiderata.

C. C.

(1) A.-P. TROTTER, Communication à l'Illuminating Engineering Society, 14 mars 1910 (*Electrician*, t. LXV, 22 avril, p. 74).

(1) *Voir* l'étude de M. Lancelot Wild (*La Revue électrique*, t. XIII, janvier 1910, p. 20).

Sur la photométrie hétérochrome (2).

L'auteur donne le résultat d'expériences faites par la méthode du photomètre à papillotement (flicker photometer) en employant l'appareil de Rood-Tufts.

Les parties essentielles de ce photomètre sont contenues dans une boîte cubique d'environ 20 cm de côté, montée sur un banc photométrique ordinaire convenablement gradué. La lumière, venant des deux sources à comparer, entre de chaque côté de la boîte par des ouvertures circulaires de 5 cm de diamètre; elle tombe sur deux plans verticaux inclinés à 90°. Ces deux plans forment ainsi un prisme dont l'arête est en avant du photomètre. Sur les deux faces du prisme, on peut disposer des feuilles de papier blanc et coloré; la ligne de séparation est regardée à travers un tube en laiton qui porte à son extrémité intérieure un petit prisme de 10° au moyen duquel les rayons de lumière venant du prisme sont réfractés dans leur chemin vers l'œil; cette extrémité qui porte le prisme peut être mise en rotation à l'aide d'un moteur électrique dont on peut faire varier la vitesse. La ligne de division entre les deux plans se déplace alors au travers du champ de vision de gauche à droite et *vice versa*. Des diaphragmes placés dans le tube permettent d'éviter toute réflexion interne et un capuchon protège l'œil de l'observateur de toute lumière étrangère.

(2) David-Edgard RICE, *Electrical World*, 24 février 1910

I. — *Déterminations faites par plusieurs observateurs pour différentes couleurs* (¹).

COULEURS.	D.	ε	D.	ε	D.	ε	D.	ε	D.	ε
Blanc	148,0	»	146,5	0,51	147,5	0,68	150,0	1,60	148,4	0,45
Rouge	86,5	0,58	85,0	0,88	89,5	1,10	91,0	1,40	72,0	0,66
Orangé	112,4	0,44	111,6	0,66	114,0	0,87	119,5	0,40	98,4	1,32
Jaune orangé	135,5	0,55	136,0	0,55	»	»	138,5	0,70	»	»
Jaune	142,8	0,53	142,2	0,53	»	»	»	»	142,8	0,68
Vert	86,0	0,58	87,1	0,57	85,5	0,88	90,0	0,80	96,0	1,20
Bleu	58,5	0,42	59,8	0,41	61,5	1,24	61,0	2,10	64,6	0,87
Violet	51,5	0,49	51,0	0,99	51,0	0,76	53,0	1,90	50,7	1,50

II. — *Comparaisons des couleurs avec le blanc* (²).

COULEURS.	D.	ε.	D.	ε.	D.	ε.
Blanc	150,0	»	100,0	»	75,0	»
Rouge	88,6	0,56	58,5	0,43	43,7	0,68
Orangé	114,2	0,44	75,8	0,65	56,7	0,66
Jaune	145,3	0,51	96,7	0,38	72,5	0,34
Vert	88,5	0,56	58,7	0,88	44,0	0,57
Bleu	60,2	0,41	40,0	0,31	29,9	0,42
Violet	53,0	0,47	35,1	0,72	26,1	0,48

III. — *Comparaison de diverses couleurs, placées à diverses distances définies, au blanc placé à* 100 *cm*.

Distances	150 cm.	100 cm.	75 cm.	Moyenne.	ε moyen.
Blanc	100,0	100,0	100,0	100,0	»
Rouge	34,8	34,2	33,9	34,3	0,8
Orangé	59,7	57,4	57,2	58,1	1,8
Jaune	93,8	93,5	93,4	93,6	0,1
Vert	34,8	34,4	34,4	34,5	0,4
Bleu	16,1	16,0	15,9	16,0	0,4
Violet	12,5	12,3	12,1	12,3	1,1

IV. — *Comparaison des couleurs entre elles* (³).

COULEURS.	R.	ε.	Ve.	ε.	Vi.	ε.	C_R.	C_{Ve}.	C_{Vi}.
Rouge	89,0	0,14	»	»	89,0	0,42	35,2	»	35,2
Orangé	115,5	0,44	115,0	0,32	115,2	0,54	59,3	58,8	59,0
Jaune	146,3	0,41	145,3	0,34	145,2	0,34	95,1	93,7	93,7
Vert	89,1	0,70	89,1	0,70	88,2	0,56	35,3	35,3	35,7
Bleu	61,4	0,61	61,5	0,81	60,8	1,23	16,7	16,8	16,4
Violet	»	»	»	»	52,4	0,48	»	»	12,2

(¹) *D* désigne la distance en centimètres de la lampe mobile; ε, l'erreur moyenne pour 100.

(²) *D* désigne la distance fixe de la lampe immobile à l'écran blanc et la distance variable de la lampe mobile à l'écran coloré; ε, l'erreur pour 100.

(³) *R*, rouge à 88,6 cm; *Ve*, vert à 88,3 cm; *Vi*, violet à 53 cm; C_R, C_{Ve}, C_{Vi}, valeurs de comparaison au rouge, au vert, au violet; ε, erreur moyenne pour 100.



Les sources de lumière employées dans ces séries d'expériences étaient deux lampes à filament de charbon de 16 bougies placées sur le même circuit, mais dont on pouvait changer la tension de façon indépendante.

En laissant la distance d'une des lampes constante, on réglait la position de l'autre, d'abord avec du papier blanc sur les deux faces du prisme photométrique, pour qu'il n'y ait qu'un minimum ou pas de papillotement; puis, laissant du papier blanc sur un côté, on plaçait sur l'autre des papiers de diverses couleurs qui étaient celles du spectre. Enfin, l'équilibre ayant été fait entre le blanc et les autres couleurs, on cherchait à l'obtenir en comparant successivement chaque couleur à toutes les autres.

Les résultats obtenus sont disposés dans les Tableaux ci-contre.

On se rend compte ainsi que, dans l'étendue des éclairements utilisés qui était de 6,5 à 26 bougies-mètre, des résultats pratiquement suffisants peuvent être obtenus par des expérimentateurs non exercés, ou même partiellement aveugles pour les colorations.

Les valeurs des couleurs sont proportionnelles aux carrés des distances des lampes qui les illuminent.

On remarque également l'influence d'un réglage insuffisant de distance ou de tension des lampes ou l'influence du phénomène de Purkinje.

Sur le calcul de l'éclairement par la méthode « point par point » (1).

La détermination de l'éclairement horizontal, par la méthode bien connue *point par point*, qui est l'un des problèmes les plus communs que rencontre l'ingénieur s'occupant d'éclairage, comporte des difficultés considérables et n'est pas susceptible d'une solution simple et prompte. La raison en est due à ce fait que, pour le calcul des angles variés, la plus simple formule pour l'usage pratique contient une expression trigonométrique comportant usuellement le cube du cosinus d'un angle. Des efforts ont été faits fréquemment pour surmonter cet obstacle et adapter la méthode aux connaissances mathématiques limitées de l'ingénieur: des tables, des graphiques ont été dressés pour obvier à la nécessité de calculs laborieux. Aucun moyen n'a cependant permis d'éliminer tous les inconvénients et de présenter une équation générale qui soit pratique et convenable dans tous les cas. L'auteur a cru remédier à ces inconvénients en utilisant seulement pour le calcul et la représentation graphique les coordonnées polaires communément employées. Il a trouvé ainsi l'équation de forme bien connue

$$\lambda = \frac{U}{h^2 + r^2}$$

dans laquelle :

λ est l'éclairement horizontal en bougies-mètre;
h la hauteur de la suspension;
$r = d$ la distance du pied de la source de lumière au point considéré ;
U la projection verticale de l'intensité lumineuse mesurée dans la direction passant par la source et le point considéré (U doit être mesurée, dans l'échelle usuelle, en bougies).

L'équation est correcte dans chaque cas pour lequel la courbe de répartition polaire de la lumière de la source est connue, si cette source est suspendue verticalement ou inclinée et si le point considéré est au-dessous de la lampe dans le même plan ou dans un autre plan. Par exemple, le cas le plus simple est celui dans lequel la lampe est suspendue verticalement, la source en bas, et le point considéré est placé juste au-dessous de la lampe. Dans ce cas, $r = 0$, de sorte que l'équation prend la forme bien connue

$$\lambda = \frac{U}{h^2}.$$

L'auteur traite les trois autres cas relatés ci-dessus en faisant remarquer que l'éclairement indiqué est toujours seulement l'éclairement direct, ainsi appelé parce qu'on ne tient pas compte de l'éclairement indirect additionnel produit par la lumière réfléchie sur les murs et le plafond.

C. C.

(1) A.-A. WOHLAUER, *Electrical World*, t. LV, 12 mai 1910, p. 1215.

Mesure directe de l'intensité moyenne sphérique par les méthodes de diffusion (1).

Dans une communication à l'Illuminating Engineering Society, l'auteur a montré que si le globe d'Ulbricht (photomètre boule) donne de bons résultats, il n'est pas encore à l'abri de toutes les erreurs. Il a démontré le principe général suivant :

Si une surface sphérique (ou une portion de surface sphérique) est éclairée d'une manière quelconque par les rayons directs d'une combinaison de sources de lumière, l'éclairement actuel I dépassera l'éclairement initial I_0 d'une somme constante pour toute la sphère, due à l'action réfléchissante de la surface.

Si, au lieu du globe d'Ulbricht, on emploie une boîte parallélépipédique enveloppant la lampe et couverte d'une bonne surface blanche réfléchissante (papier blanc ou fer émaillé en blanc), il n'y a aucune formule simple et précise reliant I à I_0 comme dans le cas de la sphère. L'auteur montre que, cependant, la boîte parallélépipédique peut être employée de différentes façons pour les mesures photométriques.

Par exemple, l'une des méthodes d'emploi est la suivante : la boîte parallélépipédique ayant deux de ses surfaces horizontales, la lampe est placée au centre de la boîte avec son axe de symétrie vertical. Il y a quatre plans verticaux passant par l'axe qui divisent la surface de la boîte en deux moitiés, et sur chacune de ces moitiés la lumière totale reçue est la même. Si ABCD (*fig.* 1) est une section horizontale de la boîte et si O représente l'axe, les quatre plans en question sont représentés par les deux diagonales et par les deux lignes médianes parallèles aux côtés.

La lumière reçue par la portion de la surface formée par la bande verticale AP et les deux triangles horizontaux AOP sera toujours une fraction définie de la

(1) W.-E. SUMPNER, *Electrician*, t. LXV, 22 avril 1910, p. 72.

lumière totale émise par la lampe, et, dans le cas d'une boîte de section carrée, cette fraction sera $\frac{1}{8}(1-d)$ si d est le pouvoir réflecteur : avec $d = 80$ pour 100, la fraction est $\frac{5}{8}$.

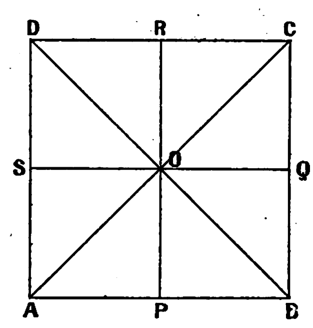


Fig. 1. — Intensité sphérique.

Supposons maintenant que la boîte soit en bois et que ses surfaces intérieures soient bien blanchies, que la partie de la boîte représentée par AOP soit découpée et enlevée, et qu'à sa place on dispose une paroi supportant trois surfaces remplaçant les portions manquantes de la boîte; que ces surfaces soient formées d'une substance transmettant et diffusant la lumière, telle qu'un verre opalin ou du papier à calquer des ingénieurs; la lumière reçue par ces nouvelles surfaces sera encore une fraction définie de la lumière totale émise par la lampe, et cela sera aussi vrai si l'on considère la lumière diffusée au dehors. Tout ce qui reste à faire est d'éclairer d'une manière convenable un photomètre avec cette lumière diffusée à l'extérieur. On peut atteindre ce but en employant deux bons miroirs, l'un touchant le sommet et l'autre le fond de la boîte suivant un bord parallèle à SO. Chaque miroir sera incliné à 45° de la surface de la boîte, de façon à réfléchir la lumière provenant de chaque aire triangulaire AOP le long de la ligne OP. Le photomètre sera placé dans la direction OP et, dans cette position, l'apparence sera celle de trois surfaces lumineuses unies, chacune étant perpendiculaire à la direction du photomètre. Si la boîte est un cube de 91 cm de côté, les dimensions de ces surfaces seront considérables et les distances photométriques seront très grandes, ce qui donnera une bonne exactitude. Ce n'est pas une nouveauté dans le cas des essais des lampes à arc qui nécessitent de grandes distances au photomètre. Mais dans le cas des lampes à incandescence, on pourra faire les dimensions du cube beaucoup plus petites, ainsi d'ailleurs que celles du reste de l'appareil. C. C.

MESURES MAGNÉTIQUES.

Méthode de mesure d'un champ magnétique en grandeur et direction [1].

La méthode dont il s'agit consiste à mesurer l'angle que font entre eux deux équipages magnétiques de même moment, placés l'un au-dessus de l'autre dans le champ et mobiles autour d'un axe perpendiculaire au champ passant par leur milieu. Si le champ est très grand, l'action mutuelle des deux équipages est négligeable et ils prennent la direction du champ; si le champ est nul, ils se mettent en position dans une direction quelconque; pour un rapport convenable entre le champ et leur moment magnétique, ils font entre eux un certain angle 2α; par raison de symétrie, cet angle est bissecté par la direction du champ [1].

On obtient aisément l'équation d'équilibre du système soit en écrivant que l'énergie potentielle de l'ensemble est minima, soit en écrivant que l'équilibre est atteint quand, pour chaque aimant, le moment par rapport à l'axe de rotation des forces qui agissent sur lui est nul. Cette équation d'équilibre est

$$(1)\quad H = \frac{M}{8l^3}\cos\alpha\left[\frac{1}{\left(\frac{h^2}{4l^2}+\sin^2\alpha\right)^{\frac{3}{2}}}+\frac{1}{\left(\frac{h^2}{4l^2}+\cos^2\alpha\right)^{\frac{3}{2}}}\right]$$

en désignant par :

H, le champ magnétique,
M, le moment magnétique commun des deux équipages,
h, leur distance verticale,
$2l$, leur longueur.

On remarquera que, pour $\alpha = 0$, la valeur de H est finie si $h \neq 0$; pour des valeurs données des constantes géométriques et magnétique l, h et M, le domaine d'application de l'appareil est limité supérieurement. Quand le champ, allant en croissant, atteint une certaine valeur, les deux équipages prennent l'un et l'autre sa direction et la conservent pour toutes les valeurs du champ plus grandes.

L'étude détaillée de la fonction de α qui figure au second membre de l'équation (1) conduit à des résultats intéressants :

1° Si $\frac{h}{2l}$ est très petit;

2° Si $\frac{h}{2l}$ est assez grand, supérieur à 2 par exemple.

Le premier cas conduit à un appareil de mesure des *variations* du champ extrêmement sensible. L'auteur compte y revenir prochainement.

C'est du second cas qu'il entretient la Société. Le calcul numérique montre que si l'on écrit l'équation (1) sous la forme

$$H = \frac{M}{8l^3}\cos\alpha\left[A + f\left(\alpha, \frac{h^2}{4l^2}\right)\right],$$

la fonction f reste petite pour les valeurs de $\frac{h}{2l}$ supé-

[1] Louis Dunoyer, Communication faite à la séance de la Société française de Physique du 6 mai 1910.

[1] Contrairement à ce que pensait l'auteur jusqu'à l'achèvement de son travail, la méthode n'est pas nouvelle, mais seulement la manière dont elle a été utilisée dans ce qui suit, en particulier dans le dygographe. M. Bidlingmaier a publié, dans les comptes rendus des travaux de l'expédition antarctique allemande de 1901-1903 (t. V, fasc. 1), une importante étude sur *le compas à double rose, sa théorie et sa pratique*.

rieure à 2. Voici les résultats numériques; les cases du Tableau contiennent les valeurs de la quantité $A + f(\alpha)$, qui reste sensiblement constante :

	$\frac{h}{2l} = 1.$	$\frac{h}{2l} = 2.$	$\frac{h}{2l} = 3.$	$\frac{h}{2l} = 4.$
$\alpha = 0^{\circ}$.......	1,35350	0,21445	0,06866	0,029892
$\alpha = 10$.......	1,31808	0,21383	0,06862	0,029886
$\alpha = 20$.......	1,23410	0,21239	0,06851	0,029870
$\alpha = 30$.......	1,14750	0,21073	0,06839	0,029853
$\alpha = 40$.......	1,09553	0,20966	0,06831	0,029842
$\alpha = 45$.......	1,08866	0,20950	0,06830	0,029840
Moyennes...	1,20623	0,21176	0,06846	0,029864

Les écarts relatifs des valeurs de la fonction $A + f(\alpha)$ à sa valeur moyenne sont dans les différents cas moindres que

0,12, 0,013, 0,003, 0,001.

Comme on le voit d'après ces valeurs numériques, la proportionnalité entre le champ et $\cos\alpha$ peut être rendue aussi rigoureuse qu'on veut, à la condition que le champ soit suffisamment uniforme. Deux petits barreaux de 1 cm de longueur, suspendus à des fils de cocon sur la même verticale à 4 cm l'un de l'autre, permettront de mesurer, avec la précision du millième, les champs inférieurs à 0,3 C. G. S.

On peut étendre beaucoup le champ d'application de la méthode en compensant le champ à mesurer par un champ connu et en employant le dispositif des deux équipages pour vérifier, et alors avec une très grande précision, que la compensation est effectuée. Le dispositif se prête à des applications très variées. L'auteur étudie actuellement un appareil d'enregistrement qui donnera à la fois la grandeur et la direction de la composante horizontale du champ terrestre.

L'appareil qu'il a appelé *dygographe*, parce qu'il trace les courbes auxquelles l'usage maritime a donné le nom de *dygogrammes*, fournit aux navires, pour tous les cas où la force directrice moyenne est suffisante, *le moyen d'effectuer la compensation de leurs compas en un temps minimum, et sans observations extérieures*. De plus le dygogramme obtenu et daté est un document complet et faisant image pour l'histoire magnétique du navire. Il est, en effet, de plus en plus reconnu par tous les marins que l'état magnétique de beaucoup de navires est, en certains points, soumis à de perpétuelles fluctuations qu'il est essentiel de pouvoir suivre facilement.

Les deux équipages magnétiques sont formés chacun de huit aiguilles d'acier, de 4 cm de longueur, disposées en cylindre. Les aiguilles sont choisies au hasard dans un lot d'aiguilles identiques, coupées dans le même fil d'acier, aimantées de la même manière. Les petites différences qu'elles présentent entre elles se compensent pratiquement d'une manière suffisante. Le dispositif permet d'ailleurs, d'une manière très simple, de contrôler à tout instant que l'écart des deux moments magnétiques ne dépasse pas une tolérance fixée, par le calcul et l'expérience, à 4 pour 100. Il suffit de mesurer l'angle des positions occupées par la bissectrice de l'angle des équipages quand on inverse leur disposition respective (celui de droite passant à gauche). Cet angle ne doit pas dépasser 5°.

Les deux équipages sont munis chacun :

1° D'un flotteur en verre pourvu d'une chape; ce flotteur plonge dans un godet plein de mercure au fond duquel se trouve le pivot qui supporte la chape; la sensibilité du pivotage est ainsi extrêmement grande;

2° D'une longue aiguille de verre, parallèle aux aiguilles aimantées et peinte à l'une de ses extrémités (nord) en blanc.

Les équipages sont disposés l'un au-dessus de l'autre dans une caisse cylindrique en laiton fermée en haut et bas par des glaces transparentes. Sur la glace inférieure repose une couronne périphérique, en glace argentée. Elle permet de placer l'œil dans le plan vertical passant par une aiguille de verre; il suffit de placer l'œil de manière à voir en superposition l'aiguille et son image.

Le godet inférieur est monté sur une tige à crémaillère qui permet de donner à la distance des équipages une valeur convenable; il faut en effet que leur angle ne soit ni trop grand ni trop petit. Les dimensions de l'appareil sont telles que le rapport $\frac{h}{2l}$ reste toujours compris entre 2 et 3.

Au centre de la glace supérieure, on peut visser un bouton molleté, autour duquel tournent librement deux alidades de laiton. Deux autres tiges de laiton articulées avec les premières forment avec celles-ci un losange déformable dont le sommet opposé au bouton porte un petit crayon. La pointe de ce crayon peut être appuyée, soit à la main pour un tracé discontinu, soit d'une manière permanente au moyen d'un cliquet, sur une feuille de carton appliquée sur la glace et un peu moins grande, pour permettre la visée des aiguilles de verre. On amène chaque alidade au-dessus d'une aiguille. Le vecteur ayant pour origine le centre de la glace et pour extrémité la pointe du crayon, est dirigé parallèlement au champ et lui est proportionnel, puisqu'il est proportionnel au cosinus du demi-angle des alidades. La pointe du crayon trace donc le dygogramme.

L'auteur montre alors comment, le dygogramme étant tracé, on peut effectuer très rapidement la compensation par des correcteurs de fer doux et des aimants. Le dygographe permet aussi d'effectuer, d'une manière très simple, l'étalonnage des correcteurs dont on dispose, ce qui augmente encore beaucoup la rapidité et la sûreté des opérations. Le dygogramme obtenu après compensation permet d'obtenir, si la compensation n'a pas été absolument rigoureuse, le Tableau des déviations restantes.

L'appareil permet donc, soit de faire à la mer des mesures absolues de déclinaison et d'intensité, comme le « double compas » de M. Bidlingmaier, soit de tracer rapidement les dygogrammes qui fournissent, sous une forme rigoureuse et expressive, les renseignements les plus complets sur le magnétisme du navire.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Étude des décharges oscillantes par le rhéographe [1].

Les premiers clichés projetés en séance montrent la loi de variation du courant dans les expériences suivantes : 1° établissement et rupture périodiques d'un courant permanent dans un circuit comprenant self-induction et résistance (pour le contrôle des réglages du rhéographe) ; 2° oscillations dans un circuit entièrement métallique (self-induction et condensateur, 1000 périodes par seconde, par rupture d'un courant circulant dans un circuit inducteur voisin; 3° oscillations, par rupture sans étincelle, d'un courant permanent dans une bobine de self sans fer, reliée métalliquement à un condensateur (250 périodes par seconde). Les résultats, ainsi qu'on s'y attendait, sont exactement conformes à ce que fait prévoir la théorie. L'amplitude des oscillations décroît régulièrement et tend asymptotiquement vers zéro.

Les recherches ont surtout porté sur les oscillations qui se développent par la décharge disruptive d'un condensateur dans un circuit inductif coupé par étincelle.

Les clichés suivants sont ensuite projetés :

1° Décharge d'un microfarad chargé à 10000 volts dans une self de 0,4 henry ayant une constante de temps de 0,35 s;

2° Série d'expériences analogues avec des selfs de plus en plus faibles, la fréquence des oscillations atteignant 7000 périodes par seconde ;

3° Les mêmes expérience *en prenant comme source de lumière l'étincelle disruptive elle-même* dont l'éclat devient précisément de plus en plus grand au fur et à mesure que la fréquence s'élève et qu'on a, par conséquent, besoin de plus de lumière pour l'impression photographique.

Ces clichés permettent de faire les observations suivantes :

L'amplitude des oscillations ne décroît pas indéfiniment. A un certain moment, *les oscillations s'arrêtent brusquement*, la dernière d'entre elles ayant une amplitude encore très notable et de sens d'ailleurs quelconque.

Cette extinction prématurée des oscillations doit jouer un rôle important dans la théorie des expériences de résonance et des transmissions de signaux par ondes hertziennes. C'est sans doute ce phénomène qui met en défaut, dans l'étude des amortissements [2], les formules dans lesquelles on admet que le résonnateur est soumis indéfiniment à l'action d'oscillations excitatrices décroissantes, alors qu'en réalité l'action excitatrice cesse brusquement et que la décharge du condensateur n'est pas complète.

Les clichés montrent d'autre part que pour les basses fréquences l'étincelle s'éteint d'une façon pratiquement complète à l'instant du courant nul, pour chacune des oscillations.

Toutefois, aux hautes fréquences, au moment du courant nul, l'étincelle est encore suffisamment éclatante pour impressionner la plaque photographique malgré l'extrême rapidité avec laquelle à cet instant le miroir du rhéographe déplace l'image de cette étincelle sur la plaque sensible (400 m par seconde).

Au surplus la photographie directe de l'étincelle au miroir tournant montre non seulement que la lumière ne s'éteint pas entre les maxima des demi-périodes successives, mais encore qu'après la cessation complète de tout phénomène oscillatoire, il subsiste entre les électrodes de l'éclateur une flamme intense, visible surtout avec des électrodes de cuivre. Avec les grandes intensités qui accompagnent les fréquences élevées (plusieurs centaines d'ampères), la durée de cette incandescence supplémentaire atteignait le millième de seconde. Il est bien certain que le condensateur continue à se décharger légèrement au travers de cette flamme par un courant continu décroissant et toujours très faible, qui succède aux violentes oscillations.

M. Abraham signale au sujet de ces expériences une simplification importante apportée au montage du rhéographe. Dès que la fréquence est un peu plus élevée, le prépondérance de l'inertie du cadre mobile devient telle qu'on peut supprimer tous les termes de réglage. Il n'y a qu'à envoyer dans le cadre mobile la dérivée seconde du courant étudié. Cette dérivée seconde s'obtient *d'un seul coup* et sans dépense inutile d'énergie par le dispositif suivant :

Au voisinage du circuit oscillant on place quelques tours de fils sur lesquels la décharge agira par induction (*dérivée première*) ; ce fil est relié au cadre galvanométrique au travers d'un condensateur d'une fraction de microfarad, qui donne la dérivée seconde. Il suffit de faire varier la capacité de ce condensateur pour régler à volonté la sensibilité de l'appareil.

Le rhéographe lui-même est d'autre part réduit à un galvanomètre à cadre aussi léger que possible (quelques tours de fil collés derrière un petit miroir) et placé dans un champ magnétique un peu fort.

L'ensemble de ces dispositifs fournit un montage très aisément réalisable avec les ressources courantes d'un laboratoire, et il permet d'étudier avec une grande précision les oscillations électriques d'une fréquence supérieure à 1000 par seconde.

---

[1] H. ABRAHAM et P. VILLARD, Communication faite à la séance de la Société française de Physique du 1er juillet 1910.

[2] *Cf.* FERRIÉ, *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, janvier 1910.

BIBLIOGRAPHIE (¹).

Cours municipal d'Électricité industrielle, professé à l'Institut électrotechnique de Grenoble, par L. BARBILLION, directeur de l'Institut. Tome II : *Courants alternatifs;* 1er fascicule : Généralités, Alternateurs, Moteurs synchrones. Un volume $25^{cm} \times 16^{cm}$, 477 pages, 506 figures. L. Geisler, 1, rue de Médicis, éditeur. Prix : broché, 12 fr.

Consacré à l'étude des courants alternatifs, cet Ouvrage auquel a collaboré M. Bergeon, sous-directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, résume d'abord, en quelques Chapitres, les théories fondamentales indispensables à l'étude des courants alternatifs. La concision et la netteté avec laquelle sont présentées ces lois font, de ces quelques leçons, un véritable modèle dans la littérature technique.

L'étude des alternateurs constitue la partie la plus importante du Volume. A côté d'une très riche et très méthodique partie descriptive et de précieux renseignements sur la construction des alternateurs, et notamment sur celle des turbo-alternateurs, l'étude des caractéristiques d'alternateurs et l'examen détaillé et critique des méthodes utilisant les diagrammes de fonctionnement constituent également une partie des plus heureuses et des plus profitables de l'Ouvrage.

Parmi les autres parties, signalons le calcul de la réaction d'induit, le fonctionnement des moteurs synchrones, les essais des alternateurs et un exemple numérique destiné à servir de modèle d'avant-projet pour l'établissement d'un alternateur.

Service d'études des grandes forces hydrauliques des Alpes. Tome III : *Résultats des études et travaux*, publiés par la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles du Ministère de l'Agriculture. Grand in-8 de 688 pages, avec figures, 7 planches, 14 cartes en couleurs, 30 graphiques hors texte et nombreux tableaux. H. Dunod et Pinat, éditeurs. Prix : broché, 30 fr.

Nous avons déjà eu plusieurs fois l'occasion de signaler dans ce journal les importants travaux effectués par le Service d'études des grandes forces hydrauliques de la région des Alpes et d'annoncer la publication des deux Volumes où ont été consignés les résultats des premiers travaux.

Le nouveau Volume donne le compte rendu des progrès accomplis et des résultats acquis par ce service pendant les années 1906 et 1907, sous la direction de l'ingénieur en chef, M. R. de la Brosse. Les industriels utilisant les forces motrices hydrauliques situées dans la région comprise entre le Rhône, la frontière italienne et la Durance, y trouveront des renseignements très détaillés sur le régime des cours d'eau de cette région.

La théorie des courants alternatifs, par ALEXANDRE RUSSELL, directeur de la Section des Mesures à Faraday-House, traduit de l'anglais par SELIGMANN-LUI, inspecteur général des Télégraphes. Un volume, $25^{cm} \times 16^{cm}$, 550 pages, 210 figures. Gauthier-Villars, éditeur.

Nous avons déjà signalé la publication du premier Volume. Dans celui-ci, qui forme le deuxième et dernier Tome, l'auteur étudie l'application de la théorie des courants alternatifs aux alternateurs monophasés et polyphasés, aux moteurs synchrones et asynchrones, aux transformateurs et aux convertisseurs rotatifs; un Chapitre est consacré aux phénomènes auxquels donne lieu la transmission des courants alternatifs dans les lignes.

Chacune de ces applications est étudiée en détail, aussi bien par la méthode graphique que par la méthode analytique. Aussi doit-on considérer l'Ouvrage de M. Russell comme un de ces Ouvrages de fond auxquels on se reporte toujours avec fruit quand une difficulté se présente. Il a donc sa place marquée dans la bibliothèque de tout ingénieur électricien.

Répertoire des Industries, Gaz et Électricité (édition 1910). Un vol. $18^{cm} \times 12^{cm}$, relié toile anglaise, de 750 pages. En vente aux bureaux du *Journal de l'éclairage au gaz et à l'électricité*, 7, rue Geoffroy-Marie. Prix net : 3 fr (franco, Paris, 3,25 fr; départements, 3,50 fr; étranger, 4 fr).

L'édition 1910, qui vient de paraître, a été, comme les précédentes, soigneusement revue et mise à jour.

Dans la partie consacrée à l'électricité, le Répertoire, continuant la tradition qu'il a innovée, publie une liste complète des stations d'électricité classées par ordre alphabétique. Pour chacune de ces stations, les renseignements suivants : force motrice (vapeur, hydraulique, gaz, gaz pauvre), canalisation (mixte, aérienne, souterraine), courant produit (continu, triphasé, etc.), courant distribué (voltage, etc.), ont été revus et modifiés, de même que la liste des installateurs-électriciens de toutes les villes de France possédant une station d'électricité. Un autre Chapitre donne la liste des villes de France possédant un réseau de tramways électriques.

Une double liste, avec classification par départements et par ordre alphabétique, indique, en regard les unes des autres, les usines à gaz et stations centrales, y compris les communes desservies par l'une ou l'autre distribution.

Chacune des deux parties, gaz et électricité, comporte un Chapitre spécial donnant la nomenclature des grandes sociétés de gaz et d'électricité avec désignation du capital, siège social, conseil d'administration, usines exploitées, etc., et une liste des fournisseurs de chacune des deux industries.

(¹) Il est donné une analyse bibliographique de tout Ouvrage dont *deux* exemplaires sont adressés à la Rédaction.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes du 1er septembre 1910, approuvant le compteur ampèreheure-mètre type « CMA », de la Compagnie des compteurs Aron, pour les calibres jusqu'à 15 ampères inclusivement.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie des compteurs Aron à Paris;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu les avis du Comité d'électricité en date des 4 mai et 25 juillet 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges des 17 mai et 20 août 1908, le compteur ampèreheure-mètre type CMA, de la Compagnie des Compteurs Aron, pour les calibres jusqu'à 15 ampères inclusivement.

Paris, le 1er septembre 1910.

A. Millerand.

(*Journal officiel*, 2 septembre 1910.)

Conditions générales applicables aux fournitures de toute espèce et aux entreprises autres que celles des travaux publics, à exécuter en France, en Algérie et en Tunisie (exécutoires à compter du 1er août 1910) (*suite*).

TITRE III.

DISPOSITIONS CONCERNANT L'EXÉCUTION DU SERVICE, LES RECETTES ET LES PAYEMENTS.

Commandes. — Marchés déterminant les quantités et les époques des livraisons.

Art. 41. — § 1er. Lorsque les marchés sont exécutoires sur commandes, les commandes sont faites par écrit et signées par le directeur intéressé; à Paris, elles sont signées par les directeurs ou autres fonctionnaires désignés par le Sous-Secrétaire d'État.

Lorsqu'elles s'appliquent à des objets dont la confection doit être surveillée en usine, deux copies certifiées conformes en sont envoyées au service de la surveillance.

Si les conditions particulières du marché déterminent les quantités et les époques des livraisons, la simple notification de son approbation tient lieu de toute commande.

Les commandes peuvent êtres faites jusqu'au jour de l'expiration du marché exclusivement, quel que soit le délai d'exécution qu'elles comportent.

Si la commande est adressée par la poste, elle doit l'être sous pli recommandé.

Tout fournisseur qui reçoit notification d'une commande par la poste est tenu d'en accuser réception sans retard.

§ 2. Le délai accordé pour l'exécution des commandes et, d'une façon générale, tout délai assigné par la marine à un fournisseur, pour l'exécution de son marché, commence à compter du lendemain inclus de la notification qui lui en est faite, s'il est présent sur les lieux, et, dans le cas contraire, du lendemain inclus, de la notification qui est faite à son représentant ou de l'envoi de cette notification par la poste.

§ 3. Lorsque les échantillons, dessins, devis, gabarits ou modèles doivent être remis au fournisseur, la date de cette remise est celle de leur livraison effective, si le fournisseur est présent sur les lieux et, dans le cas contraire, celle du lendemain du jour de leur remise au représentant du fournisseur ou de l'expédition au fournisseur.

Si ces échantillons, dessins, devis, gabarits ou modèles ne peuvent, par le fait de la Marine, être mis à la disposition du fournisseur à la date prévue par le marché, le délai d'exécution est prorogé d'un temps égal à celui du retard apporté à la remise desdits échantillons, dessins, devis, gabarits ou modèles, mais seulement pour les articles ou objets que ces pièces concernent.

Retard prévu dans les livraisons. — Avis de retards. — Concession de sursis.

Art. 44. — § 1er. Le fournisseur qui, pour une cause quelconque, prévoit un retard dans la livraison, doit en aviser immédiatement le directeur intéressé ou, s'il y a lieu, l'officier chargé de la surveillance et faire connaître l'importance présumée du retard.

Le chef du service intéressé ou l'officier chargé de la surveillance, suivant le cas, accuse réception de cet avis.

§ 2. Les risques de la force majeure sont à la charge des fournisseurs, conformément aux dispositions de l'article 1788 du Code civil.

Toutefois, les événements de force majeure de nature à entraver l'exécution des marchés peuvent donner lieu à la concession de sursis prolongeant d'autant les délais de livraison ou d'exécution, à condition que les faits aient été signalés par le fournisseur au plus tard dans un délai de huit jours après l'événement. Passé ce délai, le fournisseur est passible de toutes les conséquences qui pourraient résulter pour lui de retards dans la livraison ou l'exécution.

§ 3. Les sursis de livraison ou d'exécution sont accordés, après enquête, et suivant le cas, par le Sous-Secrétaire d'État ou par les autorités prévues aux articles 17 et 18.

§ 4. Dans le cas où la répercussion de l'événement sur le délai de livraison ou d'exécution ne peut être déterminée immédiatement, il en est pris acte et il n'est statué sur les mesures à prendre en vue de l'application ou de l'exonération de la pénalité encourue que lorsque le fournisseur aura rempli ses engagements.

Il n'est d'ailleurs jamais donné suite aux demandes de sursis formulées après l'expiration du délai de livraison ou d'exécution.

Introduction des livraisons. — Ordre d'introduction. — Date assignée à la livraison. — Transports. — Déchargement, déballage et arrimage.

Art. 45. — § 1er. Aucune introduction dans l'arsenal, soit par terre, soit par mer, de matières, objets, armes, machines, bâtiments ou appareils quelconques présentés en recette, ne peut avoir lieu sans une autorisation écrite du directeur intéressé ou de son délégué.

Cette autorisation n'est délivrée que sur la remise des factures détaillées exigées par l'article 46, à moins qu'il ne s'agisse d'une fraction d'une livraison devant faire l'objet d'un payement unique.

§ 2. Lorsque le fournisseur est présent ou a un représentant sur les lieux, l'autorisation du directeur intéressé est donnée au bas d'un imprimé spécial, désigné sous le nom d'ordre d'introduction.

Cet ordre d'introduction est établi d'une façon distincte pour chacun des services auxquels les livraisons sont destinées d'après les marchés ou les commandes; le directeur intéressé y indique le lieu de dépôt.

§ 3. Lorsqu'il n'est pas présent sur les lieux ou n'y a pas de représentant, le fournisseur doit, au moment où il adresse sa livraison au chef du service intéressé, lui expédier par la poste, avec les factures, un bulletin indiquant la nature de l'envoi, son poids brut et net, le contenu de chaque récipient et les marques qui y sont apposées. Ce bulletin, à défaut duquel l'envoi ne pourrait être introduit dans l'arsenal, doit être fourni pour chaque fraction de livraison.

Sur l'avis de l'arrivée de ces colis, qui lui est donné par le transporteur, le directeur intéressé donne l'autorisation de les introduire dans l'arsenal, en indiquant le lieu de dépôt.

§ 4. Le transport dans les établissements de la marine, jusqu'au point désigné par le service intéressé, est à la charge du fournisseur.

Le déchargement, le déballage, ainsi que l'arrimage, dans les salles de recette, sont faits par les soins et aux frais de la marine, même en cas de rebut, et sauf stipulations contraires insérées au cahier des charges.

La marine reste libre d'effectuer ces opérations comme elle le juge convenable sans encourir, de ce fait, aucune responsabilité. Si le fournisseur ne croyait pas devoir accepter cette dernière condition, il pourrait, en prévenant le service intéressé, faire exécuter ces opérations par ses agents et à ses frais.

§ 5. La livraison, au point de vue du délai d'exécution fixé par le marché, prend la date de l'introduction effective constatée par le timbre apposé à l'entrée dans l'arsenal sur la pièce portant l'ordre d'introduction; cette date est reproduite sur la facture par le préposé de la salle de dépôt. Le fournisseur qui désirerait obtenir un récépissé des matières et objets introduits devra établir deux factures sur papier libre dont l'une lui sera retournée revêtue des mentions nécessaires.

Lorsque le transport des quantités qui figurent sur la facture ou le bulletin d'expédition est fractionné, la livraison dans son ensemble prend la date de l'introduction de la dernière fraction.

§ 6. Les fournisseurs et leurs agents sont soumis aux consignes générales des arsenaux et établissements de la Marine.

Irresponsabilité de la Marine jusqu'à la recette. — Exception.

Art. 48. — Le département de la Marine n'est responsable, jusqu'à la recette définitive, ni des quantités introduites, ni de la détérioration des matières ou objets. Toutefois, s'il est établi que les pertes ou avaries sont imputables à la Marine, le Sous-Secrétaire d'État, sur la proposition du préfet maritime, accordera aux fournisseurs des indemnités calculées sur l'importance du dommage souffert.

Rôle de la commission de recette. — Recettes opérées par les officiers surveillants.

Art. 49. — § 1er. Les matières ou objets livrés sont soumis le plus tôt possible à l'examen d'une commission qui en prononce l'admission après s'être assurée que ces matières ou objets satisfont en tous points aux clauses des marchés et sont, s'il y a lieu, conformes aux échantillons ou dessins, dans les conditions indiquées à l'article 4. Dans le cas contraire, elle en prononce le rebut.

§ 2. Lorsque la fabrication des matières ou objets a été surveillée en usine et que le marché stipule que la recette technique est prononcée par le service de la surveillance, l'officier surveillant a le droit de rejeter les livraisons ou de prononcer leur recette pour la qualité; une expédition du procès-verbal de recette est adressée aux ports auxquels sont destinées les livraisons.

Dans le cas d'acceptation par l'officier chargé de la surveillance, et sauf stipulation contraire dans le marché, le rôle de la commission de recette, réunie au port d'arrivée, se borne à constater les avaries qui ont pu se produire depuis la recette en usine et à faire le récolement des livraisons ou à constater leur poids.

§ 3. La recette des bâtiments munis ou non de leurs machines, la recette à bord des appareils de toute catégorie (appareils, moteurs, évaporatoires, tourelles d'artillerie, etc.), fournis isolément, est prononcée, suivant le cas, par une commission spéciale, par le préfet maritime ou par le Sous-Secrétaire d'État.

§ 4. La commission de recette entend les explications et observations présentées par le fournisseur ou son représentant, mais délibère hors de sa présence.

§ 5. Les décisions de la commission de recette sont prises à la majorité des voix; elles sont définitives lorsqu'elles concluent à l'acceptation, sauf dans le cas où l'un des membres de la commission demande, par observation consignée au procès-verbal, que l'affaire soit évoquée devant le préfet maritime. Ce dernier statue alors après avoir convoquée, s'il le juge à propos, une commission extraordinaire.

§ 6. En cas de rebut de la livraison, le président de la commission de recette notifie verbalement et séance tenante le motif de la décision au fournisseur ou à son représentant, s'il est présent. Mention en est faite dans le procès-verbal de la commission.

Si le fournisseur ou son représentant n'assiste pas à la séance de la commission, la notification de la décision de rebut, dont le motif doit être toujours indiqué, est faite par les soins du directeur intéressé, sous pli recommandé avec avis de réception.

Quand il s'agit de matières ou d'objets dont la recette technique est opérée en usine par les soins de l'officier surveillant, la notification de la décision de rebut est faite par les soins de cet officier; avis en est donné au port auquel est destinée la livraison.

§ 7. La commission de recette peut être également appeiée à examiner de nouveau des matières ou objets reçus antérieurement à titre provisoire, lorsque le cahier des charges a prévu la possibilité d'un rebut ultérieur.

Rebuts partiels prononcés par les officiers surveillants. — Droit de réclamation des fournisseurs.

Art. 51. — § 1er. Dans le cours de l'exécution des travaux qu'ils sont chargés de surveiller, les officiers surveillants ont le droit de rebuter, même après la mise en place, toute pièce jugée de qualité inférieure ou défectueuse : les fournisseurs ne peuvent d'ailleurs arguer de l'acceptation d'une pièce en usine pour protester contre son rebut ultérieur.

§ 2. Dans les cas où l'importance des pièces rebutées n'en permettrait pas le remplacement sans retarder la date prévue pour l'exécution totale du marché ou de la commande, le fournisseur établit un avis de retard, conformément à l'article 44. L'officier de la surveillance, en transmettant cet avis de retard, indique le délai nécessaire au remplacement des pièces rebutées, ainsi que le retard, s'il lui est possible de l'indiquer, qui en résultera pour la livraison de la fourniture.

Lorsque la partie de la fourniture rebutée est sans influence sur l'achèvement du reste de la fourniture, notamment lorsqu'il s'agit de matières ou d'objets d'approvisionnements courant et que la recette doit être effectuée en usine par l'officier de la surveillance, ce dernier fixe, s'il ne l'est pas dans le marché, le délai de remplacement de la partie rebutée, sans que ce délai change la date de livraison de la partie dont la recette technique peut être opérée. Il en informe immédiatement soit le préfet maritime, soit le Sous-Secrétaire d'État, suivant le lieu où a été passé le marché.

En principe, le délai accordé pour remplacement de rebut partiel ne peut avoir pour effet, au point de vue de l'application éventuelle des pénalités, de modifier la date fixée pour l'exécution totale du marché ou de la commande.

Toutefois, lorsque le rebut proviendra d'une cause exceptionnelle et indépendante de la volonté du fournisseur, l'officier de la surveillance pourra proposer un délai de remplacement susceptible



de retarder cette date. La décision à intervenir sera alors prise, suivant le cas, par le Sous-Secrétaire d'État ou par les autorités prévues aux articles 17 et 18.

§ 3. Les fournisseurs qui croient devoir réclamer contre un rebut partiel prononcé en cours de fabrication par l'officier surveillant, se conforment aux règles tracées dans l'article 67.

Admission exceptionnelle de certaines livraisons avec réduction de prix.

Art. 61. — § 1er. En règle générale, aucune livraison dont le rebut a été prononcé ne peut être admise en recette.

Toutefois, lorsque sans être absolument conforme aux conditions du marché ou à l'échantillon, une fourniture ne présente pas de défectuosité de nature à porter atteinte à sa bonne utilisation et peut être considérée, dans son ensemble, comme étant d'une qualité irréprochable, la commission de recette peut prononcer son admission à titre exceptionnel.

Cette admission ne peut avoir lieu qu'avec une réduction de prix dont la quotité est proposée par la commission et qui est fixée, après adhésion du fournisseur, par le Sous-Secrétaire d'État, le préfet maritime, le directeur de l'établissement ou le directeur de l'inscription maritime, suivant que le marché a été passé à Paris, dans un port, dans un établissement ou dans un sous-arrondissement.

§ 2. En ce qui concerne les fournitures dont les marchés prévoient la recette en usine, les rabais entraînés par des défectuosités constatées en usine, et de la nature de celles mentionnées au deuxième alinéa du paragraphe 1er du présent article, sont prononcées par le directeur du service de la surveillance.

§ 3. L'acceptation du rabais par le fournisseur doit être jointe au procès-verbal de recette provisoire, qui en fait mention.

Ainsi qu'il est dit au deuxième alinéa du paragraphe 1er du présent article, l'admission avec rabais ne pourra avoir lieu qu'à titre absolument exceptionnel, lorsque la bonne foi du fournisseur est certaine et que la non-conformité, portant sur des détails sans importance, ne touche aucunement à la bonne utilisation de l'objet.

Appel au préfet maritime contre la décision de la Commission de recettes. — Délai d'appel.

Art. 65. — § 1er. Les fournisseurs qui croient devoir réclamer contre un rebut prononcé par la commission de recette sont admis à porter appel devant le préfet maritime, mais leur réclamation, pour être valable, doit parvenir au préfet maritime dans les six jours qui suivent celui de la séance de la commission, si le fournisseur ou son représentant y a assisté, ou la date de la notification du rebut, dans le cas contraire, de la manière indiquée à l'article 41 ci-dessus.

Les fournisseurs donnent en même temps avis au directeur intéressé du dépôt de leur réclamation.

§ 2. Dans le cas d'appel, il y a sursis, à l'égard des quantités rebutées, jusqu'à la décision du préfet maritime qui, s'il juge qu'il y ait lieu de donner suite à l'appel, fait procéder préalablement à un nouvel examen de ces quantités par une commission nommée extraordinairement et dont l'intervention a un caractère essentiellement consultatif.

Les commissions extraordinaires sont composées, autant que possible, d'officiers d'un grade supérieur à celui des membres des commissions ordinaires.

Lorsqu'il s'agit de bâtiments munis de leurs machines ou d'appareils moteurs de bâtiments fournis isolément, cette commission est toujours constituée si le fournisseur le demande.

Mode de procéder de la commission extraordinaire. — Décision du préfet maritime ou du Sous-Secrétaire d'État.

Art. 66. — § 1er. La commission extraordinaire a le droit de s'éclairer en faisant subir aux matières ou objets soumis à son examen telles expériences ou épreuves, prévues ou non par le cahier des charges, qu'elle juge utiles; mais la décision du préfet maritime ne peut s'appuyer, pour motiver un rebut, que sur les clauses du marché auxquelles il n'a pas été satisfait.

A moins d'impossibilité, la commission a recours, pour ces essais, à des agents autres que ceux employés par la première commission.

Lorsque les épreuves ont pour but de vérifier des chiffres prévus au marché et relatifs à la composition des matières, aux épreuves mécaniques, à la production de la vapeur, à la consommation du charbon, etc., et que l'admission en recette est prononcée, les résultats constatés par la commission extraordinaire, complétés par ceux de la commission ordinaire en ce qui concerne les essais non recommencés, servent seuls de base pour le payement de la fourniture.

§ 2. Les dispositions des articles 49, 52, 54 et 64 sont applicables aux opérations des commissions extraordinaires, dont les propositions ne sont pas toutefois communiquées au fournisseur.

Dans le cas de recette de bâtiments neufs munis de leur machine ou d'appareils moteurs de bâtiments, fournis isolément, la commission extraordinaire se conforme aux instructions spéciales en vigueur.

§ 3. La commission extraordinaire peut proposer d'admettre, mais seulement avec une réduction de prix qu'elle indique, les fournitures rebutées par la commission ordinaire des recettes, lorsqu'elles ne présentent pas de défectuosités de nature à porter atteinte à leur bonne utilisation et peuvent être considérées dans leur ensemble, comme étant d'une qualité irréprochable, quoiqu'elles ne soient pas absolument conformes aux conditions du marché ou à l'échantillon.

Le préfet maritime peut ensuite, après adhésion du fournisseur, prononcer, par application des dispositions de l'article 61, l'admission, avec le rabais qu'il juge convenable, sans prendre de nouveau l'avis de la commission ordinaire des recettes.

§ 4. La décision du préfet maritime, quand elle conclut à l'acceptation, tient lieu de procès-verbal de recette pour la qualité; la constatation des quantités est faite dans la forme ordinaire.

La décision du préfet maritime, quand elle conclut au maintien du rebut de la livraison, est donnée sous forme de décision administrative et mentionne les principaux motifs du rebut. Il en est adressé ampliation au fournisseur par le chef du service intéressé.

La décision du préfet maritime est immédiatement exécutoire, sauf l'exception prévue au deuxième paragraphe de l'article 67 ci-après.

Appel au Sous-Secrétaire d'État contre les décisions définitives du rebut. — Délai d'appel. — Formalités à remplir.

Art. 67. — § 1er. Les fournisseurs qui croient devoir réclamer contre un rebut prononcé par la commission de recette et confirmé par décision du préfet maritime sont admis à porter appel devant le Sous-Secrétaire d'État; mais leur réclamation, pour être valable, doit parvenir au préfet maritime dans les six jours qui suivent celui de la notification de la décision attaquée de la manière indiquée à l'article 41 ci-dessus.

Le préfet maritime transmet la réclamation du fournisseur au sous-secrétaire d'État.

§ 2. L'appel au Sous-Secrétaire d'État n'est point suspensif du délai stipulé par le marché pour le remplacement des matières ou objets rebutés; ce délai court à partir de la notification de la décision du préfet maritime, de la manière indiquée à l'article 41. Toutefois, le remplacement peut être provisoirement ajourné par une décision spéciale du préfet maritime, sur le rapport du chef du service intéressé.

En cas d'appel au Sous-Secrétaire d'État, il est sursis à l'enlèvement des quantités rebutées; il est également sursis à l'apposition du signe de rebut lorsqu'elle est prévue par les conditions du cahier des charges.

En principe, la décision du Sous-Secrétaire d'État doit être notifiée dans les quarante-cinq jours à compter du dépôt à la préfecture maritime de la réclamation du fournisseur.

Si ce délai de quarante-cinq jours est dépassé, l'excédent s'ajoute au délai de remplacement des matières ou objets rebutés.

§ 3. Les fournisseurs qui croient devoir réclamer contre un rebut partiel ou total, prononcé en usine par l'officier surveillant, sont admis à porter appel devant le Sous-Secrétaire d'État; mais leur réclamation, pour être valable, doit parvenir à l'officier surveillant dans les six jours qui suivent la notification du rebut.

L'officier surveillant transmet la réclamation du fournisseur au Sous-Secrétaire d'État, de la manière indiquée à l'article 41.

§ 4. Le Sous-Secrétaire d'État statue sur les réclamations qui lui sont transmises, sauf recours au Conseil d'État, conformément aux règles de la juridiction en matière administrative.

Les frais de toute nature occasionnés par l'instruction spéciale que le Sous-Secrétaire d'État peut ordonner avant de statuer sont à la charge du fournisseur dont la réclamation est rejetée.

Liquidation des livraisons. — Payements éventuels d'acomptes. — Lieu de payement. —Formalités relatives au changement du lieu de payement.

ART. 68. — § 1er. Le montant d'une livraison ne doit être liquidé qu'après la recette de cette livraison.

La liquidation est faite au nom du titulaire du marché, tel qu'il est inscrit dans la soumission.

Il n'est payé d'acompte que pour un service fait dans les conditions expressément prévues au marché, et sous les garanties édictées par l'article 8 : la valeur de chaque acompte ne doit pas excéder les neuf dixièmes du service fait correspondant.

Si, du fait de la Marine, la recette de la fourniture se trouve retardée d'une manière anormale, les termes en souffrance seront néanmoins payés dans des délais qui devront être prévus au marché, sous la réserve d'une retenue qui ne pourra pas, au total, être inférieure à 2 pour 100 du montant de la fourniture.

En outre, le fournisseur aura droit, sur sa demande, à des intérêts moratoires pour le montant des retenues ainsi opérées sur ces payements.

§ 2. Dans chaque port ou établissement, l'ordonnateur secondaire mandate toutes les dépenses liquidées dans le ressort de sa circonscription, au nom des titulaires des contrats. Il adresse sous sa responsabilité les titres de payement aux ayants droit.

Dans les départements où les marchés reçoivent leur exécution, les mandats de payement, établis au nom des fournisseurs, ne peuvent être émis que sur la caisse du trésorier-payeur général de ces départements. Quant aux payements eux-mêmes, ils sont effectués à vue à la caisse de ce trésorier général, ou sur le vu « bon à payer » de ce dernier comptable, à la caisse de l'un des receveurs particuliers des finances du même département. Les fournisseurs peuvent également obtenir le payement de leurs livraisons dans tout autre département, à la caisse du trésorier-payeur général, ou à celle des receveurs particuliers des finances, après l'accomplissement des formalités d'encaissement.

§ 3. Le lieu de payement sera toujours mentionné dans les marchés passés à Paris pour des fournitures liquidables à Paris.

Au cas d'une demande de changement de lieu de payement au cours d'un marché de cette espèce, il sera conclu un acte additionnel au contrat, mais seulement sur production, par le fournisseur, d'un certificat de non-opposition délivré par le trésorier-payeur général ou le receveur particulier du dernier lieu de payement.

Délai dans lequel les titres de payement sont remis aux fournisseurs. Intérêts moratoires.

ART. 69. — § 1er. Les titres de payement sont tenus à la disposition des fournisseurs ou de leurs représentants dans le délai de soixante jours.

Toutefois, dans certains cas particuliers, les cahiers des charges pourront porter ce délai à quatre-vingt-dix jours.

Ce délai court à partir du jour soit de la constatation du service fait, pour les payements d'acomptes, soit de la constatation des quantités des matières ou objets admis en recette, sous la réserve des retards apportés par les fournisseurs eux-mêmes dans la production ou la régularisation de leurs factures, retards qui viendront s'ajouter au délai ci-dessus indiqué.

§ 2. Les titres de payement sont tenus à la disposition des fournisseurs ou de leurs représentants :

Dans les ports, par le directeur de l'intendance;

A Paris, par la direction de la comptabilité générale.

§ 3. Dans le cas où, du fait de la Marine, les titres de payement ne seraient pas tenus à la disposition des intéressés dans le délai prévu au premier paragraphe du précédent article, les fournisseurs auront droit à des intérêts moratoires calculés au taux légal; ces intérêts leur seront alors payés à partir du jour du dépôt constaté d'une mise en demeure adressée au chef du service intéressé.

Si l'introduction est anticipée, ces intérêts seront calculés en reportant la livraison à la date fixée par le marché ou la commande.

Il n'est pas accordé d'intérêts moratoires pour les remises de pénalités.

§ 4. Si les justifications complètes ne sont produites par le fournisseur que postérieurement au 31 janvier de la seconde année de l'exercice, il n'y aura pas lieu à allocation d'intérêts moratoires du fait que l'ordonnancement n'ayant pas été effectué avant le 1er avril la créance serait tombée en exercice clos.

En outre, il n'y aura jamais lieu à intérêts moratoires dans le cas où la facture n'aurait pas été produite par le fournisseur dans le délai fixé à peine de déchéance par les cahiers des charges et les marchés en exécution de l'article 27 du décret du 18 novembre 1882.

TITRE IV.

DISPOSITIONS CONCERNANT L'APPLICATION DES CLAUSES DE GARANTIES POUR L'EXÉCUTION DU SERVICE.

Exigibilité des livraisons. — Le fournisseur est constitué en demeure par la seule échéance du terme. — Compensations admises. — Empêchements de force majeure. — Livraisons fractionnées.

ART. 70. — § 1er. Le fournisseur est tenu d'effectuer ses livraisons, d'opérer le remplacement des rebuts, de présenter à nouveau les matières ou objets bonifiés ou réparés, dans les délais fixés, soit par le marché, soit par les commandes, soit, dans les cas prévus aux articles 51, 52 et 59, par la décision du Sous-Secrétaire d'Etat, du préfet maritime ou de l'officier surveillant. Il est constitué en demeure par la seule échéance du terme et sans qu'il soit besoin d'acte préalable.

Quand le délai de livraison expire un jour férié ou de fermeture de l'arsenal, ce délai est prorogé au lendemain.

§ 2. Lorsque l'exécution d'une fourniture comporte la présentation en recette à différents états d'avancement de la fabrication, ainsi que le transport à destination, il est fait compensation, à la recette définitive, des avances et retards partiels par rapport aux différents délais inscrits au marché.

En aucun cas il n'y aura lieu de faire entrer dans le calcul des compensations les délais accordés, tant pour bonification, réparation ou remaniement, que pour remplacement de rebuts.

En cas de livraisons fractionnées, on devra prendre la date de l'introduction de la dernière livraison comme date unique pour l'ensemble de la fourniture, si la livraison n'est utilisable et ne peut être soumise aux essais réglementaires qu'autant qu'elle est complète; mais si, en l'absence de toute réserve à cet égard dans le marché ou la commande, le fractionnement, considéré ainsi comme autorisé, comprend plusieurs livraisons distinctement utilisables, chacune d'elles peut faire l'objet d'une facture payable séparément. Dans ce cas chaque facture porte la date de la livraison qu'elle concerne, et les pénalités pour retard ne sont calculées que sur la partie restant à livrer au terme d'échéance fixé par le marché ou la commande.

§ 3. En cas de retard de livraison, les empêchements résultant de cas de force majeure régulièrement constatés peuvent seuls



être invoqués par le fournisseur à sa décharge, en se conformant aux dispositions de l'article 44 ci-dessus. La supputation des retards s'établit à partir du dernier jour du terme d'exigibilité exclusivement, jusques et y compris le jour de l'introduction. L'appréciation des cas de force majeure est faite par la Marine.

Pénalités applicables aux retards dans l'exécution des marchés. — Plus-values d'achats aux frais et risques. — Sont à la charge des fournisseurs.

ART. 71. — § 1er. Les pénalités applicables en cas de retard de livraison sont déterminées, quant à leur taux et à leur durée, par les conditions particulières des marchés, en tenant compte de la nature de la fourniture et du degré d'urgence des besoins de la Marine. A défaut de stipulations à cet égard et lorsque les marchés se réfèrent simplement aux présentes conditions générales, les dispositions suivantes sont appliquées.

§ 2. Lorsqu'une livraison a été faite après l'expiration du délai prévu par le marché, il est opéré sur la valeur de la livraison une retenue de 5 centimes pour 100 fr et par jour de retard, et jusqu'à concurrence de 20 pour 100 de la valeur totale de la fourniture, déduction faite des sursis de livraison qui ont pu être accordés en exécution de l'article 44 ci-dessus.

La pénalité est appliquée d'office lors de la liquidation de la fourniture.

Toutefois, dans les cas de force majeure dûment établis, ou si le retard est imputable à un fait de l'Administration de la Marine, le préfet maritime, quand la pénalité au sujet de laquelle il y a lieu de statuer est inférieure à 500 fr, et le Sous-Secrétaire d'Etat au delà de ce chiffre peuvent prononcer l'exonération de la pénalité correspondant aux retards justifiés.

§ 3. Ces dispositions sont applicables tant aux livraisons premières qu'aux remplacements de rebuts et aux présentations en recette après bonification ou réparation. Chaque retard entraîne une pénalité distincte qui ne se confond avec aucune autre.

§ 4. Le prix fixé par le marché sert, dans tous les cas, de base pour le calcul des pénalités, même si la fourniture est susceptible de rabais ou de primes.

§ 5. Lorsqu'une livraison n'a pas été effectuée dans le délai fixé au marché, le préfet maritime peut, au moment où il le juge utile:

Soit décider qu'il sera procédé à l'achat aux frais et risques du fournisseur, dans les conditions prévues à l'article 74 ci-après, de tout ou partie de la livraison en retard;

Soit ordonner que l'objet non livré sera confectionné dans l'arsenal;

Soit proposer au Sous-Secrétaire d'État la résiliation du marché avec saisie totale ou partielle du cautionnement.

§ 6. Dans ces trois cas, le fournisseur est préalablement informé des intentions de la Marine et invité par le chef du service intéressé à présenter ses justifications, en rappelant, au besoin, celles qu'il a pu déjà produire. La réponse du fournisseur devra être parvenue dans le délai de 10 jours, calculé de la manière indiquée à l'article 41.

En cas d'achat aux frais et risques, la plus-value est à la charge du fournisseur.

S'il y a eu confection dans l'arsenal, la valeur de cette confection, abondée de la majoration prévue par le règlement en vigueur, est supportée par le fournisseur.

Dans les deux cas, le fournisseur subira les pénalités pour retard calculées jusqu'à la date de la décision qui aura prescrit l'achat aux frais et risques ou la confection.

Lorsque le retard de livraison résulte d'empêchements de force majeure reconnus valables et que la Marine a été obligée, pour assurer le service, de recourir à un achat d'urgence ou à une confection dans l'arsenal, cet achat ou cette confection reste au compte de l'État et le fournisseur peut être admis, s'il le demande, à effectuer la livraison tardive, lorsque les objets sont d'approvisionnement courant.

§ 7. Quand les engagements d'un fournisseur résultant d'un marché ne sont pas garantis par un cautionnement ou lorsque ce cautionnement est insuffisant pour les reprises à exercer, le Sous-Secrétaire d'État peut décider, sur la proposition du préfet maritime, qu'un recours sera exercé sur les biens du fournisseur en défaut, par l'intermédiaire de l'agent judiciaire du Trésor.

Il peut décider, en outre, que le fournisseur sera exclu de toutes les fournitures de la Marine, dans les conditions prévues à l'article 78 ci-après pendant un temps limité ou à titre définitif.

En notifiant la décision ministérielle au fournisseur, le chef du service intéressé lui envoie un ordre de versement et l'informe que, s'il ne lui a pas remis dans un délai de 10 jours la pièce constatant le versement au Trésor des sommes dont il a été déclaré débiteur, l'agent judiciaire sera saisi immédiatement.

Pénalités applicables aux achats sur facture.

ART. 72. — Les pénalités prévues à l'article 71 ci-dessus ne sont pas applicables aux achats sur facture.

Lorsque la livraison d'objets sur facture n'est pas faite dans le délai fixé, l'achat peut être immédiatement annulé par le chef du service intéressé. Il peut en être de même dans le cas de rebut.

Les fournisseurs qui ont encouru des annulations de l'espèce peuvent être exclus des appels à la concurrence pour les achats sur facture faits par le port pendant une période ne dépassant pas une année. L'exclusion est prononcée par le préfet maritime.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Compagnie viennoise d'Électricité.* Assemblée générale ordinaire le 12 septembre 1910, à 8 h, 10, rue Girard, à Vienne.

Société gazière et électrique de Villeneuve-sur-Lot et extensions. Assemblée générale ordinaire le 15 septembre, à 11 h, 43, rue Nicolo, à Paris.

Gaz et électricité de Bergerac. Assemblée générale ordinaire le 15 septembre, à 10 h, 43, rue Nicolo, à Paris.

Société d'éclairage et de force par l'électricité à Paris. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'assemblée générale ordinaire du 20 juin 1910, nous extrayons ce qui suit :

Le produit net total de l'exploitation à Paris et dans la banlieue s'est élevé à 1760814fr,97, en augmentation de 378241fr,49 sur 1908.

A ce produit net de 1760814fr,97 il y a lieu d'ajouter le montant des intérêts du portefeuille qui s'élèvent à 255615fr,24. Le bénéfice de l'exercice est en conséquence de 2016430fr,21.

Résultats de l'exercice.

L'actif étant de 21173702fr,83 et le passif de 20226318fr,80, la différence soit 947384fr,03 est égale au solde bénéficiaire de l'exercice 1909 constitué comme il suit : Bénéfices de vos exploitations à Paris, 1658716fr,71; dans la Banlieue, 263207fr,69; ensemble, 1921924fr,40; solde du compte d'intérêts, 255615fr,24; total, 2177539fr,64; en augmentation de 405434fr,65 sur les résultats de l'exercice précédent; en ajoutant le report de cet exercice 25439fr,56 on obtient la somme de 2202979fr,20.

Si de cette somme on déduit les frais généraux 161109fr,43; l'annuité d'amortissement 332423fr,64; les dépréciations diverses 713538fr,71; la réserve statuaire 48523fr,39; ensemble 1255595fr,17, le reste 947384fr,03 donne le solde bénéficiaire, en augmentation de 121944fr,47 sur celui de l'exercice précédent, et que votre Conseil vous propose de distribuer aux actionnaires jusqu'à concurrence de 850000fr, au lieu de 800000fr, en 1908, en reportant 97384fr,03 à l'exercice prochain.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1908.

Actif.

	fr
Usines de Paris	4029979,21
Branchements et compteurs Paris	68741,22
Installations intérieures et matériel d'éclairage public à Paris	201635,85
Usine de Saint-Ouen	3931971,22
Usine de Saint-Denis	343176,18
Canalisation Banlieue	3148689,12
Branchements et compteurs Banlieue	126821,41
Cautionnements	334180,15
Mobilier	1 »
Magasins	531966,50
Comptes courants chez les banquiers de la Société	428780,38
» » chez les abonnés : Paris	895339,86
» » » » Banlieue	100970,02
Débiteurs divers	610007,27
Caisse	25318,54
Portefeuille	6396125 »
Total	21173702,83

Passif.

Capital	10000000 »
Ordonnances de payements	223950,84
Créditeurs divers	406659,63
Provision pour Règlements divers en faveur du personnel	37223,53
Avances sur consommation des abonnés, Paris	383114,45
» » » » Banlieue	78571,22
Restant à payer sur dividendes des exercices antérieurs	3658 »
Compte d'amortissement	8604436,77
Réserve statutaire	488704,36
Profits et pertes	947384,03
Total	21173702,83

Avis commerciaux. — RAPPORTS COMMERCIAUX DES AGENTS DIPLOMATIQUES ET CONSULAIRES DE FRANCE. — N° 895. *États-Unis.* — Principales industries de la circonscription du consulat de France à Chicago. — Exportations à destination de la France. — Importations françaises.

N° 896. *Espagne.* — Mouvement commercial de la province d'Alicante avec la France et l'Algérie.

N° 897. *Roumanie.* — Commerce de Constantza en 1909. — Développement économique.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique.

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».			CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE.		
	£	sh	d	£	sh	d
22 août 1910	56	1	3	58	7	6
23 » »	55	10	»	58	2	6
24 » »	55	10	»	58	»	»
25 » »	55	10	»	58	»	»
26 » »	55	17	6	58	5	»
29 » »	56	2	6	58	7	6
30 » »	56	2	6	58	5	»
31 » »	56	1	3	58	5	»
2 septembre 1910	55	5	»	58	»	»
5 » »	55	7	6	58	»	»
6 » »	55	13	9	58	»	»
7 » »	55	10	»	58	»	»
8 » »	55	15	»	58	»	»
9 » »	55	10	»	58	»	»

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

INFORMATIONS DIVERSES.

Traction : LA TRACTION ÉLECTRIQUE EN BAVIÈRE. — Dans un rapport officiel sur l'électrification des chemins de fer bavarois, il est dit que, pour introduire la traction électrique sur ce réseau, il aurait fallu, dès 1906, disposer de stations centrales pouvant fournir environ 600 000 chevaux. Les forces hydrauliques nécessaires pour la production d'une aussi forte quantité d'énergie sont amplement disponibles. La traction électrique conviendrait spécialement pour les lignes à trafic relativement peu intense qui se rencontrent dans la partie méridionale du pays et à proximité desquelles existent les plus fortes chutes d'eau utilisables. Dans la partie Nord, la traction électrique ne donnerait un avantage économique que sur les lignes présentant un trafic deux fois plus dense que celui des chemins de fer méridionaux. On se propose d'électrifier d'abord, à titre d'essai, les trois lignes Salzburg-Berchtesgaden, Garnisch-Griesen et Garnisch-Scharnik. On doit affecter à cet effet une somme d'environ 8 millions de francs. Il a été décidé d'introduire sur les lignes en question le système monophasé et d'y faire circuler les trains rapides à la vitesse de 80 km à l'heure.

Téléphonie : LE DÉVELOPPEMENT DE LA TÉLÉPHONIE A NEW-YORK. — Il y a trente ans, l'*Annuaire* du téléphone de la ville de New-York ne comptait que 252 noms; aujourd'hui le même annuaire se compose de 800 pages à impression compacte. Voilà trente ans, la même ville ne possédait qu'un seul bureau central; elle en a aujourd'hui 85 dans lesquels travaillent 5000 dames téléphonistes. Un seul immeuble, le « Hudson Terminal Building », comporte plus d'abonnés que la Grèce et la Bulgarie ensemble. L'immense réseau téléphonique de New-York ne connaît pas le silence. C'est entre 3 h et 4 h du matin qu'il est le moins bruyant; à ce moment il n'est demandé que dix communications par minute. Entre 5 h et 6 h du matin déjà 2000 New-Yorkais utilisent le téléphone. Une demi-heure plus tard le nombre de correspondances se trouvent doublé. Entre 7 h et 8 h du matin, 25 000 individus troublent le premier déjeuner de 25 000 autres personnes. A 8 h 30 m du matin le chiffre des appels passe à 50 000; entre 10 h et 11 h du matin les demandes de communication passent au chiffre de 150000. C'est entre 11 h et midi que les correspondances téléphoniques atteignent leur maximum d'intensité; elles sont alors au nombre de 188 000.

Divers : SOUDURE DE L'ALUMINIUM. — Voici deux nouvelles recettes d'après le *Bulletin technologique*: Jolton Tornossy, de Cleveland, a fait breveter récemment une composition formée de : zinc 1920 g, étain 1920 g, antimoine 65 g, acide salicylique 22 g. Les métaux sont d'abord fondus ensemble et l'acide salicylique ajouté en dernier lieu.

G. Hartman, de la Hartman Aluminium Solder C°, à New-York, emploie le mélange suivant : étain 80 g, aluminium 17 g, magnésium 23 g, nickel 0,7 g. La fusion se fait dans un fourneau en terre réfractaire. L'aluminium et le magnésium sont d'abord fondus ensemble; le nickel, fondu dans un autre creuset, est ajouté au mélange, puis l'étain est ensuite versé dans le creuset.

Tome XIV. **N° 162. — 30 septembre 1910.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Parmi les avantages qu'est en droit de faire valoir l'éclairage électrique par incandescence, l'un des plus importants est l'allumage instantané des lampes. Or il semble que cet avantage puisse bientôt être revendiqué aussi par l'éclairage au gaz, grâce aux nouveaux **alliages pyrophoriques** récemment découverts par divers chimistes et particulièrement le Dr Auer von Welsbach.

Ces alliages possèdent, comme le fer et l'acier, la propriété de donner, sous l'effet d'un choc, des étincelles suffisamment chaudes pour enflammer diverses matières combustibles; mais tandis qu'avec le fer et l'acier frottés contre un silex l'inflammation est fort problématique et dépend de l'habileté de celui qui se sert de ce moyen antique d'allumage, avec les nouveaux alliages l'inflammation des mélanges gazeux (vapeurs d'essence minérale, gaz d'éclairage, etc.) se produit à coup sûr. Aussi, alors que le vieux briquet a été détrôné par les allumettes chimiques, le briquet à alliages pyrophoriques lutte au contraire avec succès contre ces mêmes allumettes dans les pays où la fabrication de ces dernières n'est pas un monopole d'État. Ceux de nos lecteurs qui ont visité l'Exposition de Bruxelles ont pu en effet s'assurer que les nouveaux briquets sont aujourd'hui fort répandus, et il faut croire que la vente de ces briquets est très rémunératrice puisque la Pyrophor-Metall Gesellschaft, de Cologne, n'a pas hésité à payer 750000 fr au Dr Auer le brevet allemand 154807 pris par ce dernier en 1906 pour la fabrication d'un alliage pyrophorique.

A la vérité, l'idée de remplacer le fer ou l'acier du briquet de nos ancêtres par quelque autre métal date de plus longtemps. D'une récente étude sur ce sujet publiée par MM. Richard Bohm et Paul Nicolardot, il résulte en effet que, dès 1896, M. Chesneau signalait, dans une Note à l'Académie des Sciences [1] que des métaux autres que le fer sont capables de produire, sous l'action d'un choc, des étincelles très chaudes; en particulier les expériences de Chesneau montraient que l'uranium donne des étincelles suffisamment chaudes pour enflammer instantanément et à tout coup les mélanges explosifs d'air et de grisou, alors que celles du briquet ordinaire ne peuvent le faire. M. Chesneau reconnut également que les étincelles de l'uranium sont capables d'enflammer des mèches de coton imprégnées d'alcool ou de benzine et, se basant sur cette propriété, il préconisait l'emploi de briquets à uranium pour l'allumage des lampes de mineurs à essence.

En raison de la cherté de l'uranium, l'idée de

[1] *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1072.

M. Chesneau ne reçut aucune application immédiate. Il fallut qu'un nouveau résidu industriel vienne solliciter l'attention des chimistes pour qu'elle passât dans la pratique.

Ce résidu industriel est celui du traitement des sables monazités en vue de l'extraction du thorium pour la fabrication des manchons Auer. Ces sables ne contiennent que 2 ou 3 pour 100 de thorium, mais renferment souvent une proportion dix fois plus considérable de cérium. La fabrication des manchons Auer n'utilisant qu'une faible partie du cérium, des résidus riches en cérium s'accumulaient dans les usines de traitement. Divers chimistes en cherchèrent l'utilisation. Muthmann, Hofer et Weiss, Borchers, etc. préparèrent du cérium métallique par électrolyse du chlorure ou du fluorure fondu; Escoles, en 1902, tenta de substituer ce métal au magnésium dans les poudres utilisées en photographie et en pyrotechnie et, plus tard, de le substituer à l'aluminium dans le procédé Goldschmidt pour la réduction des oxydes. Mais ces tentatives n'eurent aucun succès, et c'est seulement lorsque le Dr Auer breveta en 1906 l'emploi d'alliages de métaux cériques et de fer pour la fabrication de briquets que les résidus commencèrent à être utilisées; c'est ce brevet qui fut acheté par la Pyrophor-Metall Gesellschaft de Cologne.

Depuis, plusieurs autres alliages de métaux cériques ont été préparés pour concurrencer le brevet Auer. Kunkeim, de Niederschöneweide, près Berlin, fabrique des alliages de cérium et de magnésium; la Lucium Werk Elektrochemische Metall Industrie prépare dans le même but, d'après un brevet de Lesmüller, des combinaisons du cérium avec le silicium, le bore et le titane; Krieger préconise des alliages du cérium avec de l'antimoine et du fer; etc.

Toutefois, jusqu'ici, deux seulement de ces alliages pyrophoriques sont sur le marché : l'alliage Auer, dont la teneur en fer varie de 2 à 30 pour 100 suivant la dureté désirée, et l'alliage Kunheim au magnésium. Tous deux sont vendus environ 315 fr le kilogramme, alors que le prix de revient ne paraît pas être supérieur à 60 fr. Des centaines de milliers de briquets ayant été déjà fabriqués et la consommation d'alliage étant d'environ 7 g par briquet, on estime à 3000 ou 4000 kg la fabrication annuelle actuelle de ces alliages. C'est, comme on voit, une industrie fort rémunératrice qui ne peut que se développer lorsque les nouveaux briquets seront utilisés d'une manière générale pour l'application que nous signalions en débutant : l'allumage automatique des becs de gaz.

Il est curieux de constater que cette nouvelle invention est due au génie inventif de Auer. Il y a moins de vingt ans le manchon Auer fournissait à l'éclairage par le gaz une arme terrible contre son jeune concurrent, l'éclairage par l'électricité. Plus tard, en substituant l'osmium, puis le tungstène au carbone des filaments des lampes électriques, Auer rendait celles-ci suffisamment économiques pour lutter avantageusement contre les becs de gaz à manchons incandescents. Aujourd'hui il fournit à ceux-ci une qualité qui leur manquait. A quand la nouvelle invention d'Auer en faveur de l'électricité ?

*
* *

Au moment où nous écrivions notre avant-dernière Chronique, nous apprenions la mort subite de notre confrère Louis Olivier, directeur de la *Revue générale des Sciences* qu'il avait fondée en 1890.

Avant cette fondation, Olivier s'était déjà classé parmi les chercheurs de premier ordre par de remarquables travaux de Physiologie végétale et de Bactériologie. Absorbé par les multiples exigences de ses devoirs de journaliste, il dut abandonner ses travaux personnels. Pendant vingt ans il se consacra entièrement à son œuvre de haute vulgarisation. Il eut d'ailleurs le bonheur de voir ses efforts couronnés par le succès.

Une autre création d'Olivier, ce sont les *Croisières de la Revue générale des Sciences*. Ces croisières, effectuées uniquement dans un but scientifique, réunissent chaque année l'élite du monde intellectuel. Elles portent à l'étranger le bon renom de la Science française et contribuent largement à l'œuvre qu'Olivier avait entreprise en fondant la *Revue générale des Sciences*.

*
* *

Dans notre Chronique du 30 août, une malencontreuse omission s'est produite dans le compte rendu que nous donnions de la réunion de Bruxelles de la Commission électrotechnique internationale : le nom de M. Brunswick n'a pas été porté sur la liste des membres du Comité français présents à la réunion. L'omission est d'autant plus regrettable que M. Brunswick a été l'un des membres les plus actifs de la réunion et qu'il s'est tout particulièrement occupé, avec quelques-uns des membres du Comité britannique, de la traduction correcte en français des propositions formulées en anglais par ce Comité. Qu'il veuille bien excuser cette omission.

J. Blondin.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). Syndicat professionnel des usines d'électricité.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.
Téléphone : 507-59.

Dix-huitième Bulletin bimensuel de 1910.

CHANGEMENT DE DOMICILE.

Nous rappelons à Messieurs les Membres adhérents, ainsi qu'aux personnes en relations avec notre Syndicat, que le Siège social et les bureaux du Secrétariat sont transférés, depuis le 1er juillet 1910,

rue d'Édimbourg, n° 9 (au rez-de-chaussée).

Prière d'y adresser toutes correspondances et toutes communications concernant le Syndicat.

Distinctions honorifiques.

Par décrets en date du 31 août 1910 et par arrêté en date du même jour, MM. Heller (Richard-Charles), Linder (Léo) ont été nommés chevaliers du Mérite agricole.

Le Syndicat professionnel des Industries électriques saisit avec empressement cette occasion pour leur adresser ses félicitations les plus sincères pour cette distinction bien méritée.

AVIS.

Les constructeurs de matériel électrique, de même que les installateurs et les exploitants d'usines, ont fréquemment besoin de contrôler la qualité des matières qu'ils emploient ou des appareils qu'ils utilisent.

Nous croyons donc qu'il est intéressant de signaler à leur attention les dispositions employées et les résultats obtenus par les deux laboratoires officiellement chargés de procéder aux essais industriels.

L'un, le laboratoire central d'Électricité, qui est spécialement et à l'exclusion de tous les autres chargé des essais concernant l'électricité, est dirigé par M. Janet. Nous donnons ci-après un extrait de son rapport à l'Assemblée générale de la Société internationale des Électriciens sur les travaux de l'exercice 1910 qui intéressera nos adhérents et les renseignera pour le cas où ils auraient à faire procéder à des essais de matériel électrique.

Le second est le laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, dirigé par M. le commandant Cellerier. Nous avons reproduit, dans le numéro de *La Revue électrique* du 15 septembre, une note analysant avec certains détails utiles, le rapport sur l'exercice 1910 de ce laboratoire, qui montre la variété des opérations faites et l'importance prise par ce service créé seulement depuis quelques années.

Nos adhérents pourront, du reste, consulter les rapports originaux au Secrétariat du Syndicat qui est à leur disposition pour tous renseignements complémentaires qu'ils désireraient.

Le laboratoire central d'Électricité.

1° *Matériel.* — Le matériel s'est considérablement accru en 1909, grâce à une subvention extraordinaire de la Société. Nous signalerons en premier lieu le groupe moteur générateur destiné à l'essai des compteurs, dont nous avions annoncé l'étude dans notre rapport de 1908. Ce groupe se compose de cinq machines montées sur le même arbre; ces cinq machines sont : 1° un moteur à courant continu de 13 kilowatts sous 110 volts; 2° deux génératrices triphasées; 3° deux génératrices diphasées; on a préféré séparer franchement ces deux systèmes qu'à la rigueur on aurait pu réunir sur les mêmes machines, pour être assuré d'une symétrie plus complète dans les phases. Les deux machines d'un des groupes, le triphasé par exemple, sont deux génératrices dont l'une est destinée à fournir le courant dans le compteur, l'autre la tension aux bornes du fil fin. La première (40 ampères, 125 volts), grâce à un jeu de transformateurs, peut donner des courants variant de 0 à 400 ampères; la seconde (10 ampères, 225 volts), peut donner des tensions variant de 0 jusqu'à 225 volts et, par l'emploi de transformateurs, jusqu'à 10 000 volts. Le côté diphasé est analogue. Toutes ces machines sont disposées de manière à donner des déphasages variables par déplacement des inducteurs autour de l'axe; ce déplacement est commandé par vis sans fin. On voit que la souplesse de ce groupe est extrêmement grande et permet tous les essais de compteurs diphasés, et triphasés dans de très grandes limites de fréquence, de tension, d'intensité et de décalage. Ce groupe, qui fonctionne à notre entière satisfaction, a été construit par la Société Gramme; il est complété par un tableau, construit par la Société industrielle des Téléphones, permettant d'exécuter facilement toutes les manœuvres nécessaires.

Le reste du crédit disponible a été, pour la plus grande partie, employé en acquisition d'instruments de mesure; nous signalerons, pour le courant alternatif : quatre nou-



veaux wattmètres avec augmentation de nos boîtes de résistances; nous pouvons actuellement mesurer directement 10000 kilowatts sous 24000 volts en monophasé ou sous 13600 en triphasé; un électrodynamomètre-voltmètre, deux électrodynamomètres-ampèremètres, quatre transformateurs d'intensité de 5 à 1200 ampères; pour le courant continu : deux millivoltmètres, trois voltmètres de précision, deux jeux de résistances étalonnées $(1, \frac{1}{10}, \frac{1}{100}, \frac{1}{1000})$ pour la mesure des intensités. Signalons d'autre part l'acquisition d'un appareil spécial pour mesurer le couple dans les compteurs, et enfin un nouveau potentiomètre pour doubler celui que nous possédions déjà.

2° *Installations nouvelles.* — Nous avons, en 1909, installé une nouvelle salle destinée spécialement aux essais de compteurs pour le Ministère des Travaux publics, dont nous parlerons plus loin : c'est à cette installation qu'est affecté le groupe déjà décrit. Ajoutons que nous avons pris pour cette installation la dernière salle disponible qui jusque-là servait aux essais imprévus et aux travaux des tiers; le groupe lui-même et son tableau sont installés dans un couloir; un agrandissement de nos locaux, dans un avenir très rapproché, s'impose si nous voulons maintenir le laboratoire à la hauteur de sa tâche.

3° *Essais.* — Les essais effectués au laboratoire en 1909 ont été au nombre de 1114, contre 1132 en 1908 et 947 en 1907. Les recettes pour essais courants se sont élevées à 48642,40 fr ; contre 49765, 15 fr en 1908 et 45144,50 fr en 1907. Il est probable que nos recettes ne pourront désormais augmenter que moyennant un accroissement notable des locaux et de matériel. Ces essais se répartissent ainsi :

Compteurs	430
Lampes à incandescence	189 (1)
Machines et transformateurs	87
Ampèremètres	82
Voltmètres	56
Piles	43
Haute tension	35
Résistances	35
Tôles et fer	30
Lampes à arc	19
Vérification d'installation	14
Isolants	14
Wattmètres	13
Accumulateurs	12
Paratonnerres	3
Divers	52
	1114

Dans ces essais ne figure pas le service de vérifications périodiques des installations électriques de la Chambre des Députés que le laboratoire exécute depuis 1898 par abonnement à forfait; ces installations se sont développées en 1909 par suite de la substitution de l'éclairage électrique à l'éclairage au gaz dans la salle des séances, et le laboratoire a été appelé à faire un certain nombre de vérifications supplémentaires à ce sujet : il a exécuté, en particulier, d'intéressantes mesures comparatives, en divers points de la salle, sur l'éclairement et la consommation : 1° avec l'ancien éclairage au gaz; 2° avec le nouvel éclairage électrique.

(1) Portant sur 572 lampes et 1484 mesures photométriques.

Nous signalerons, comme particulièrement intéressants, les essais suivants :

En premier lieu, la continuation des essais d'accumulateurs pour sous-marins exécutés pour le Ministère de la Marine; la série qui avait commencé en décembre 1908 est à peine terminée à l'heure actuelle : cette longue durée tient à l'amélioration progressive des éléments soumis à nos essais dont un certain nombre non seulement supportent, sans se détériorer, un nombre de décharges de plus en plus grand, mais encore, soumis à la régénération, peuvent recommencer une nouvelle série d'essais d'endurance : c'est ainsi que certains de ces éléments ont pu donner environ 400 décharges au régime de 700 ampères, sans compter les décharges faites périodiquement pour assurer les mesures de capacité.

Nous signalerons encore les essais suivants : études de nombreuses lampes à arc (lampes à charbons inclinés, lampes à vapeur de mercure dans le quartz); concours de piles pour l'Administration des Postes et des Télégraphes; essais d'isolateurs jusqu'à 100000 volts à sec et sous la pluie artificielle; essai d'un lot de 1000 isolateurs sous 10000 volts; examen micrographique de balais en charbon, étalonnement dans des stations centrales de plusieurs compteurs à haute tension, détermination des pertes dans des tôles ordinaires et dans des tôles au silicium par la méthode du wattmètre; étude d'aciers non magnétiques pour les blockhaus des commandants dans les cuirassés; essais d'huiles à la tension; essais de fusibles à 500 volts pour les multiples téléphoniques, mesure du pouvoir inducteur spécifique d'un gutta à fréquence élevée, essais de ventilateurs pour la Marine, etc.

En dehors de ces essais, le laboratoire a été appelé à continuer, pour le Ministère de la Guerre (administration des Poudres et Salpêtres), les essais de réception d'un important matériel électrique, à savoir : 18 machines à courant continu, 9 machines à courant alternatif, 11 transformateurs; il a exécuté des essais analogues pour le Ministère des Travaux publics (Service des Ponts et Chaussées), à savoir : 2 génératrices, 42 moteurs, 8 cabestans à courant continu; et pour la Compagnie P.-L.-M., à savoir : 2 groupes moteur synchrone-génératrice et 3 groupes moteur asynchrone-génératrice; il faut y ajouter une quinzaine d'essais de moteurs divers (1). Ces résultats montrent l'importance que prend depuis quelques années au laboratoire le service des essais de machines, soit au laboratoire même, soit sur place.

Mais le point le plus important peut-être à signaler dans notre histoire de cette année est le suivant : par décret du 3 juin 1909, rendu par M. le Ministre des Travaux publics sur la proposition du Comité d'Électricité, les types de compteurs destinés à être mis en service dans les distributions publiques d'énergie électrique sont assujettis à une série d'essais suivant un programme fort étendu; le même décret désigne le laboratoire central comme établissement reconnu qualifié pour exécuter ces essais. Un grand nombre d'appareils nous ont déjà été soumis pour ces vérifications, et c'est en vue de ces essais que nous avons dû organiser un service spécial comme locaux,

(1) Un certain nombre de ces essais n'ayant pas donné lieu à certificats ne sont pas inscrits dans la liste donnée plus haut.

matériel et personnel; ce service est aujourd'hui en pleine activité; il est confié spécialement à M. A. Durand, chef de travaux au laboratoire, dont la compétence en matière de compteurs est bien connue.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques.
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère des Affaires étrangères. — Décret portant promulgation de la convention internationale sur l'interdiction du travail de nuit des femmes employées dans l'industrie, signée à Berne, le 26 septembre 1906, p. 236.

Ministère du Travail et de la Prévoyance Sociale. — Décret nommant le Directeur de l'Office national des retraites ouvrières et paysannes, p. 238.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, p. 239. — Tableau des cours du cuivre, p. 239.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

DIX-HUITIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 août 1910.

Membre actif.

PORRY (Henri), Gérant de la Compagnie d'Électricité de Fort-de-France (Martinique), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Membre correspondant.

LEMOINE (Charles-Marie), Mécanicien-électricien, 5, rue Elisa-Lemonnier, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Usines.

Compagnie d'Électricité de Fort-de-France (Martinique).

Bibliographie.

14° Rapport de la Commission des Compteurs, présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).
15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie, par M. A. Berthelot, député.
16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.
17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.
18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).
19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).
20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation, chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.
21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.
22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Chronique financière et commerciale : Convocations d'Assemblées générales, p. 239. — Nouvelles Sociétés, p. 239. — Société des forces motrices du Haut-Grésivaudan, p. 239. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XV.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES.

L'usine de Tuilière. Installations hydro-électriques du Sud-Ouest de la France (*suite*) (1).

USINE A VAPEUR. — Elle est destinée à secourir ou à servir d'appoint à l'usine hydraulique lors des crues ou des basses eaux. Une turbine hydraulique absorbe en effet 25 m³ d'eau par seconde en pleine charge; on ne peut donc faire fonctionner, en basses eaux, que 2 groupes sur 9. L'usine à vapeur doit, à chaque crue importante, fournir toute la puissance nécessaire; elle sert chaque jour, pendant quelques heures seulement, le complément de puissance nécessitée par les pointes de charge.

Deux bâtiments la constituent : l'un dans le prolongement de l'usine hydraulique (*fig.* 1) contient les turbines à vapeur, l'autre d'axe perpendiculaire à celui du premier est la chaufferie. Toutes les opérations, amenée du charbon, chargement des chaudières, reprise des cendres, se font automatiquement.

A la même cote que le plancher des machines de l'usine hydraulique, c'est-à-dire à 2 m au-dessus des plus hautes crues connues, sont disposés turbines à vapeur, chaudières et économiseurs; au sous-sol, tous les services auxiliaires des machines à vapeur.

La figure 17 est un plan général de l'usine à vapeur. A la suite des silos à charbon, bâtiment rectangulaire de 17 m × 12 m et 8 m de hauteur où peuvent s'emmagasiner automatiquement, au moyen d'un transporteur, d'une table à secousses et d'une chaine à godets, 850 tonnes de combustible, on trouve la chaufferie. C'est un bâtiment rectangulaire de 59,50 m × 24,75 m comportant une travée centrale de 6,80 m de largeur sur 13,30 m de hauteur constituant la rue de chauffe; deux travées latérales (8,80 m × 7,50 m) contiennent chaudières, économiseurs, tuyauterie et machines auxiliaires.

Chaudières et alimentation en combustible. Extraction automatique des cendres. — Les chaudières du système Buttner au nombre de 16 réparties en 2 batteries peuvent alimenter 2 turbo-alternateurs de 3 000 kw à 4 500 kw. En marche normale chaque chaudière produit 3500 kg de vapeur à l'heure et, en poussant les feux, 4300 kg. La surface de chauffe est de 260 m²; la surface de grille, 5,70 m². En marche normale la vaporisation est de 8,2 kg par kilogramme de charbon brûlé.

La figure 16 permet de se rendre compte de la circulation automatique du combustible et de l'enlèvement automatique des cendres. On y voit une chaîne sans fin à godets de 70 litres de capacité circulant au-dessous des bâtiments des silos et de la chaufferie et remontant au sommet des mêmes bâtiments. Cette chaîne permet de recueillir le charbon au-dessous de la trémie de décharge pour la porter soit à la partie supérieure des silos soit aux trémies établies au-dessus des chaudières, lesquelles peuvent emmagasiner 450 tonnes de combustible. Cette chaîne peut ainsi transporter 30 tonnes à l'heure. Son fonctionnement pendant 2 h 30 m suffit à l'approvisionnement des chaudières pour une journée; 40 heures suffisent pour le remplissage des silos et des trémies de la chaufferie.

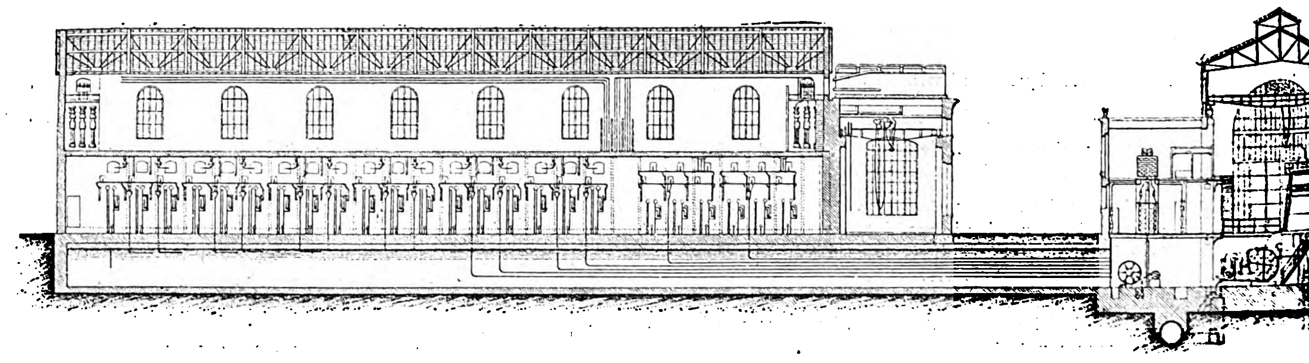


Fig. 16. — Coupe

Le plein des godets de la chaîne se fait au moyen d'un remplisseur mobile sur une voie de roulement et pouvant aller soit sous les goulottes inférieures des silos, soit sous la trémie de déchargement.

La même chaîne à godets assure la prise des cendres de la chaufferie et les déverse dans une trémie ménagée à l'intérieur du bâtiment des silos d'où elles peuvent tomber sur les plates-formes d'un train d'évacuation.

Un compteur automatique du nombre des godets complète l'installation de la chaine à godets dont la mise en marche est assurée par un moteur triphasé de 15 chevaux, 220 volts.

(1) Voir le précédent numéro, p. 169 à 179.



Foyers automatiques. — Des trémies de la chaufferie le charbon est dirigé par 8 goulottes doubles (*fig.* 17 et 18) dans les foyers automatiques du système Underfeed Stoker. Chaque foyer comprend une trémie T (*fig.* 18, *b*) où se décharge le combustible, une grille à deux versants inclinés en dos d'âne G, G (*fig.* 18, *c*) constitués par des barreaux creux alternativement fixes et mobiles, un mécanisme de manœuvre M commandant la distribution et les mouvements des barreaux.

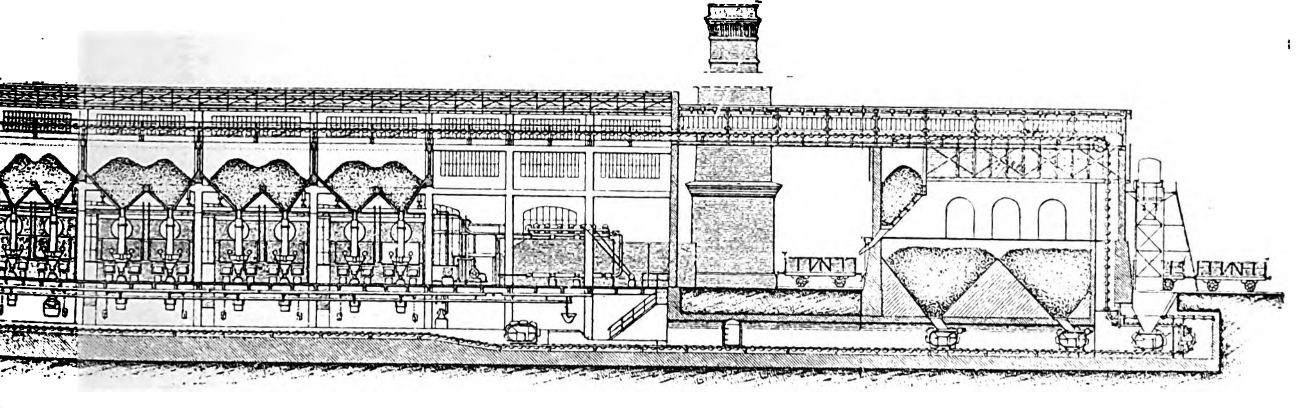
Entre les deux versants de la grille une auge reçoit le combustible. Un poussoir spécial le refoule et assure une égale répartition du charbon. Le charbon brûlé est recueilli de chaque côté des grilles. On ouvre à cet effet les bas côtés formant bascule et les scories tombent dans les cendriers C.

Les foyers reçoivent l'air soufflé par deux ventilateurs disposés dans la chaufferie. Chacun alimente 8 chaudières. Ils peuvent débiter 64 000 m³ d'air par heure, à 5 cm d'eau de pression. Deux moteurs à courant continu d'une puissance de 32 chevaux chacun les commandent. On voit en B_1 B (*fig.* 18 *b*) la conduite de ventilation ménagée sous les massifs des chaudières et dont la section a $1^m,40 \times 1^m,15$. Grâce à ces dispositions lafumivorité complète du foyer est assurée.

Les gaz brûlés aboutissent de chaque foyer à un carneau général de fumée en forme de demi-boucle (*fig.* 16), commun pour toutes les chaudières. Trois registres A, A', A″ peuvent le fermer. En temps normal A est seul fermé, et chaque cheminée de l'usine (caractéristiques : 60 m de hauteur, 3 m de diamètre au sommet; soit 7 m²) assure le tirage d'une batterie de 8 chaudières. Les deux autres registres, joints à la disposition en demi-boucle, permettent les réparations à une chaudière quelconque sans arrêter toute la batterie.

Economiseurs. — Deux économiseurs du système Green placés à l'extrémité de la chaufferie (*fig.* 16), peuvent échauffer l'eau d'alimentation à 55° environ au-dessus de la température (30°) qu'elle a en y arrivant. Cette eau qui provient des condenseurs est donc portée, avant de servir à l'alimentation, à 80° ou 85°. Chaque économiseur a une surface de chauffe de 500 m² et est disposé de façon à permettre, au besoin, l'envoi direct des gaz brûlés dans la cheminée; de plus, chaque économiseur peut être utilisé pour n'importe lequel des deux batteries de chaudières. Les gaz venant des foyers y entrent à 250° ou 270° et en sortent à 150°, température qui assure encore un excellent tirage.

Turbo-alternateurs. — Chaque chaudière est munie d'un surchauffeur qu'on voit en S (*fig.* 18, *a*) de 85 m² de surface de chauffe pouvant surchauffer de 100° la vapeur produite par la chaudière. Le bâtiment des turbines à vapeur qui avec celui des turbines hydrauliques forme un vaste hall de 127 m de longueur sur 12 m de largeur, peut contenir trois turbines; actuellement deux seulement sont en place. Ces deux groupes turbo-alternateurs sont à axe vertical du système Curtis (*fig.* 19). Chacun des quatre étages de la turbine proprement dite se compose d'une série de tuyères et de plusieurs jeux d'aubes, alternativement mobiles et fixes. La vapeur se détend



de la chaufferie.

successivement d'un étage à l'autre. Le poids de la partie tournante du turbo-alternateur, jeux d'aubes mobiles et inducteur tournant, est équilibré par de l'huile à la pression de 45 kg : cm², amenée sous le pivot de la turbine.

Un dispositif spécial permet de faire passer directement de la vapeur à haute pression dans le deuxième étage de la turbine lors de la marche en surcharge. Un appareil de sûreté supprime automatiquement l'arrivée de la vapeur en cas d'emballement de la turbine.

La manœuvre du régulateur, qui peut s'effectuer à distance, du tableau de distribution, permet de faire varier la vitesse de 3 pour 100 de sa valeur normale. Ceci permet et facilite l'opération du couplage des alternateurs. L'alternateur, à induit fixe et inducteur tournant à 8 pôles, produit du courant triphasé, à 50 périodes et 5500 volts entre phases. L'excitation est faite par du courant continu à 125 volts que des excitatrices indépendantes produisent.

Services auxiliaires de l'usine à vapeur. — *Alimentation des chaudières.* — Elle est assurée par l'eau condensée provenant des turbines. Des pompes (deux à vapeur Wortington, chacune de 18 m³ de débit à l'heure; deux électriques à turbines mues chacune par un moteur 1500 tours, 35 chevaux de 30 m³ de débit à l'heure), placées entre la chaudière et les économiseurs, aspirent l'eau de deux bâches alimentaires de 10 m³ de capacité chacune, et la refoulent dans la chaudière en passant par les économiseurs. Ces bâches placées dans la chaufferie auprès des

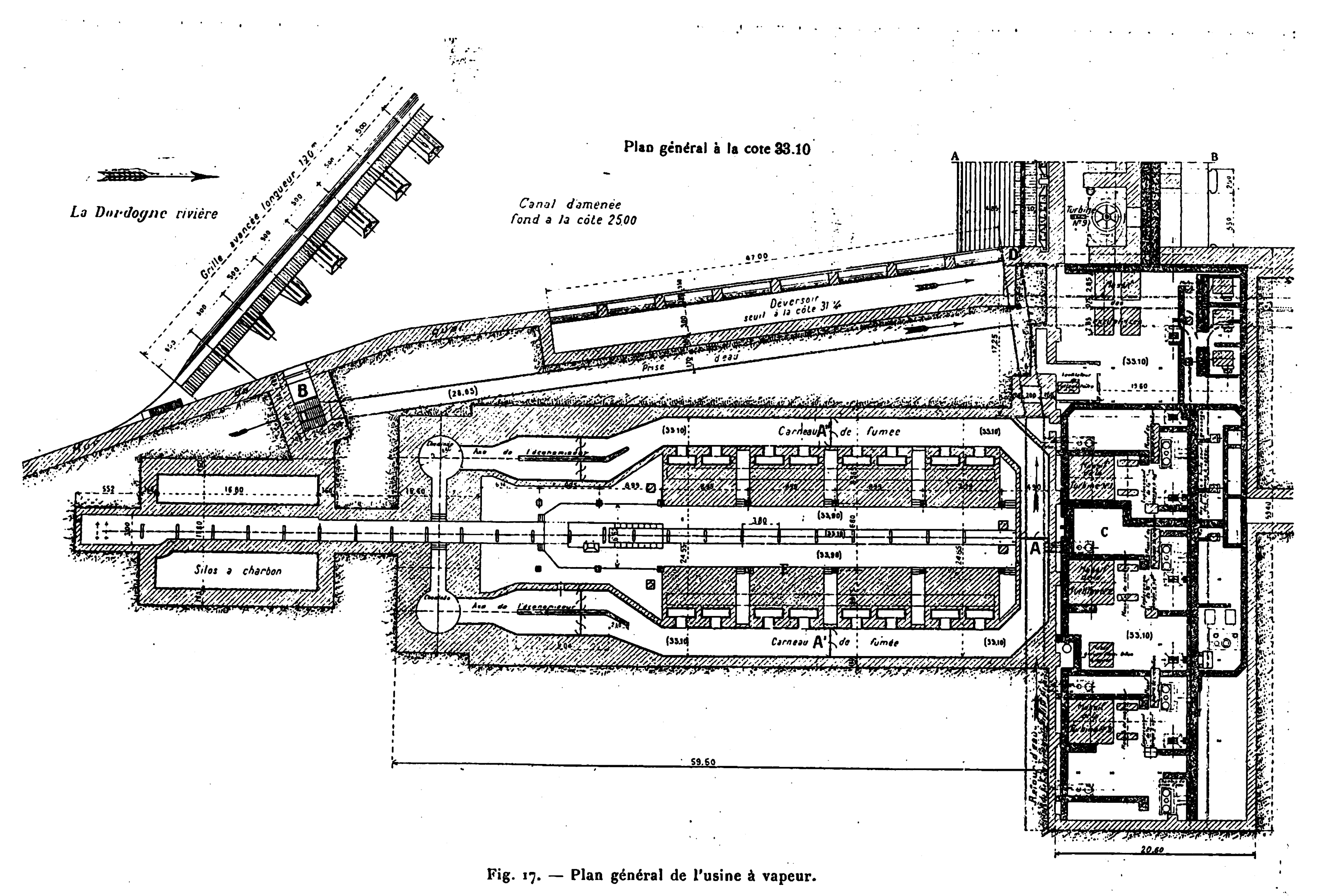


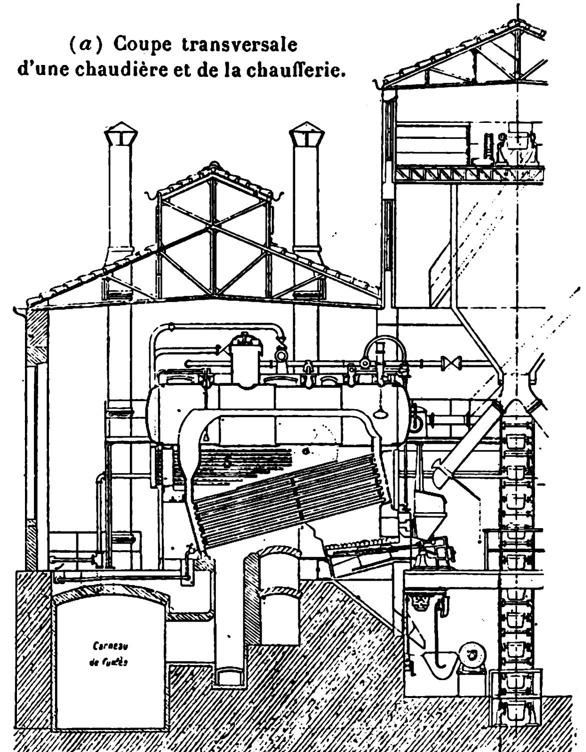
Fig. 17. — Plan général de l'usine à vapeur.

économiseurs recueillent l'eau que les pompes des condenseurs refoulent. L'eau de compensation des pertes par fuite et évaporation vient de deux réservoirs de 130 m³ placés sur le toit du bâtiment des transformateurs.

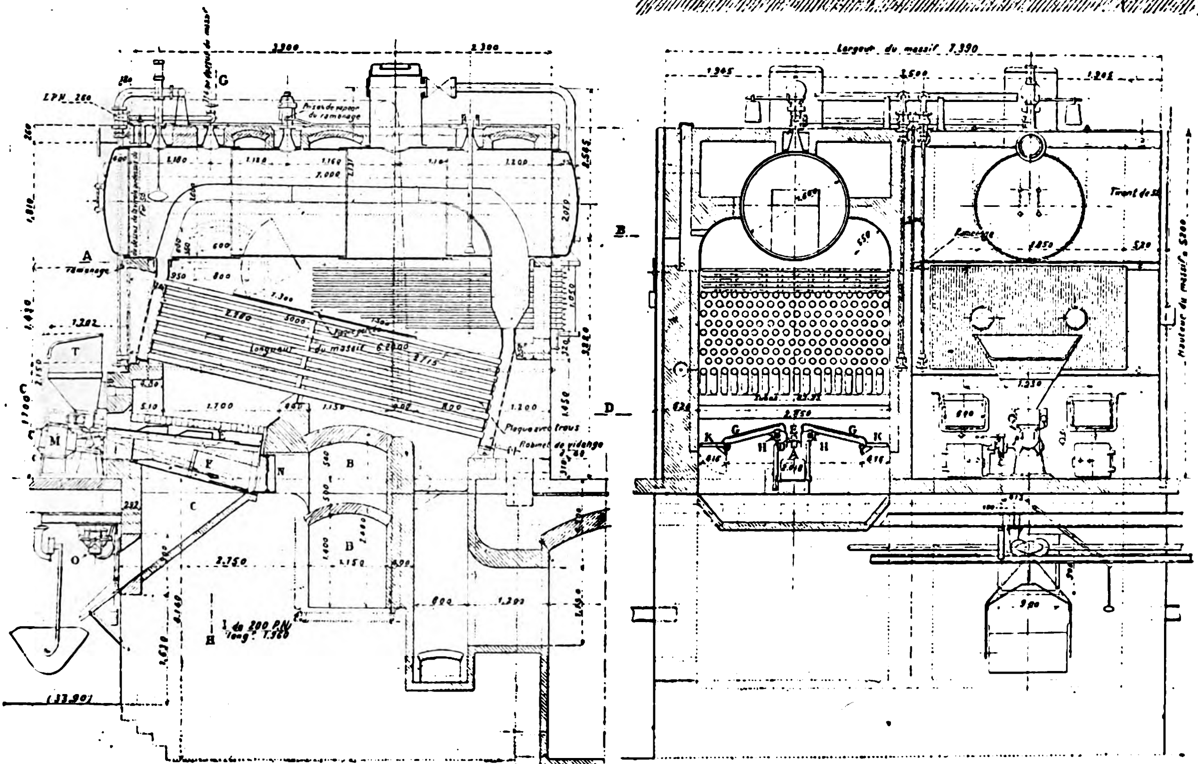
Condenseurs. — A chaque turbo-alternateur correspond un condenseur de 1000 m² de surface, du type marine. Une pompe de circulation tournant à 485 tours mue par un moteur triphasé (220 volts, 40 chevaux) débite 2200 m³ à l'heure, aspire et refoule dans des puisards creusés dans le rocher et alimentés par la Dordogne. Cette circulation d'eau est indiquée dans la figure 16, où se trouve également marquée la place de chaque pompe de circulation correspondant à chaque turbine. Les puisards sont tracés en pointillé dans la figure 17. Une pompe à air combinée avec une pompe à eau condensée renvoie l'eau de condensation de la turbine dans les bâches d'alimentation.

Ces pompes indiquées dans la figure 16 tournent à 120 tours par minute. Chacune est actionnée par un moteur triphasé de 40 chevaux à 220 volts.

Huile sous pression. Ventilation des alternateurs. — La circulation de l'huile sous pression à 50 kg : cm² est assurée par un dispositif analogue à celui décrit pour la circulation de l'huile sous pression à 25 kg : cm² nécessaire aux turbines hydrauliques. Les pompes commandées par moteur à courant continu (25 chevaux-125 volts), peuvent débiter 130 litres à la minute. Un accumulateur



(*a*) Coupe transversale d'une chaudière et de la chaufferie.



(*b*) Coupe transversale d'une chaudière. (*c*) Coupe de (*b*) par GH et vue de face.

Fig. 18. — Vue d'un groupe de deux chaudières avec leurs foyers automatiques.

d'huile est ici aussi disposé et cela dans la même prévision; il peut débiter 300 l d'huile par minute.

Les alternateurs pouvant supporter d'importantes surcharges prolongées, on les refroidit alors par insufflation d'air. Un groupe moteur ventilateur est installé dans ce but au sous-sol.

Eau de condensation. — La prise d'eau de condensation dans la Dordogne se fait en B (*fig.* 17), un peu après la grille avancée. Un canal de prise d'eau en ciment armé de 1,70 m de diamètre, indiqué sur la figure par des flèches l'amène au puisard des pompes de condensation Le retour d'eau se fait en D près de la neuvième chambre d'eau des turbines. Une disposition spéciale permet au besoin de faire évacuer l'eau de retour de condensation dans le canal de fuite à l'aval. Pour cela le tuyau de retour communique avec le tuyau en béton armé de 3 m de diamètre, qui fait suite au déversoir du canal d'amenée.

Dans le cas des grandes crues, les vannes du barrage étant levées, le niveau de la rivière peut être trop bas pour alimenter les canalisations précédentes. Une station de pompage prenant l'eau de la Dordogne à l'aval et la remontant au niveau voulu à l'amont a été prévue pour parer à cet inconvénient. On voit son emplacement figure 1. Les pompes de cette station peuvent débiter 4400 m³ à l'heure, ce qui suffit à la condensation de deux turbines à vapeur; elles sont commandées par un moteur asynchrone triphasé à 5500 volts de 280 chevaux tournant à 750 tours par minute.

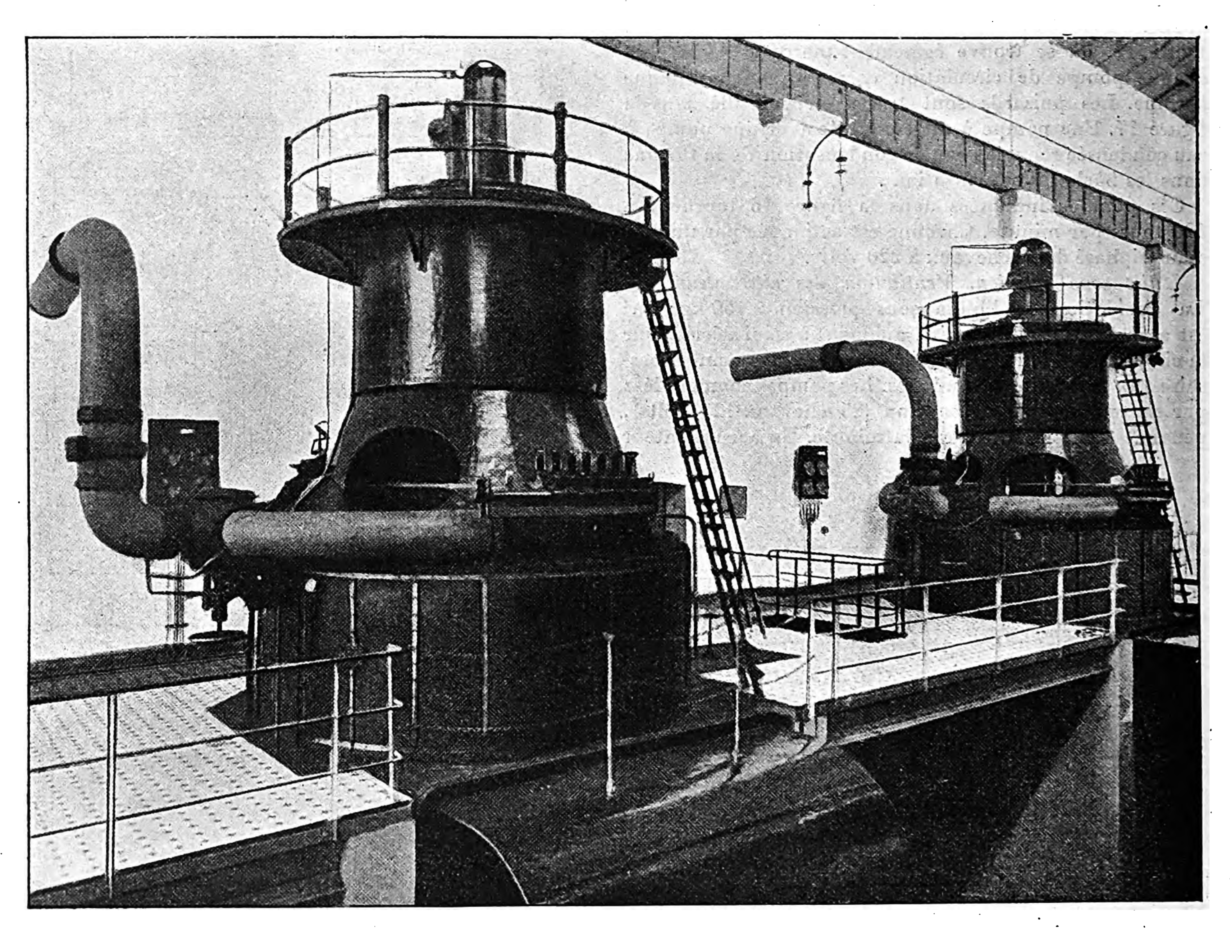


Fig. 19. — Vue de deux groupes de turbo-alternateurs du sytème Curtis (turbine : 750 tours par minute, 3000 kw; alternateur triphasé 8 pôles, 50 p : s, 5500 volts entre phases).

Ponts roulants. — Le hall de 127 m de longueur que forment dans leur ensemble les bâtiments de l'usine hydraulique et de l'usine thermique (salle des turbo-alternateurs) est desservi sur toute sa longueur par deux ponts roulants de 11,50 m de portée, l'un à manœuvre entièrement électrique de 25 tonnes, l'autre à manœuvre à bras de 8 tonnes.

Alternateurs. — Les alternateurs des turbines hydrauliques au nombre de neuf sont du type à induit fixe et inducteurs tournants. L'induit a 5 m de diamètre intérieur; l'inducteur a 56 pôles à noyaux feuilletés, 4,987 m, soit 6 mm d'entrefer.

Cet inducteur forme deux demi-volants en acier coulé magnétique assemblés au centre au moyen de boulons et

frettes et sur la jante par clavettes montées à chaud. Le poids du volant sans masses polaires est de 13 200 kg et avec ces masses de 20 000 kg. Ces alternateurs ont été essayés à froid à 11 000 volts pendant 1 minute, et à chaud à 8 000 volts pendant 15 minutes. Leur échauffement au régime ne dépasse pas 25° au-dessus de l'ambiante.

Tableau et schéma général de connexions de l'usine. — Le tableau général est composé de panneaux (*fig.* 20), dans la disposition desquels on a pris pour principe absolu de n'y relier aucun conducteur à haute tension. Tous les appareils, mesure, contrôle et réglage sont alimentés par transformateurs dont l'accès est interdit. Les interrupteurs sont à double rupture dans l'huile, commandés à distance par moteur électrique.

Ce tableau comprend 41 panneaux ainsi répartis :

11 panneaux d'alternateurs,
5 panneaux de transformateurs 5500/50 000 volts,

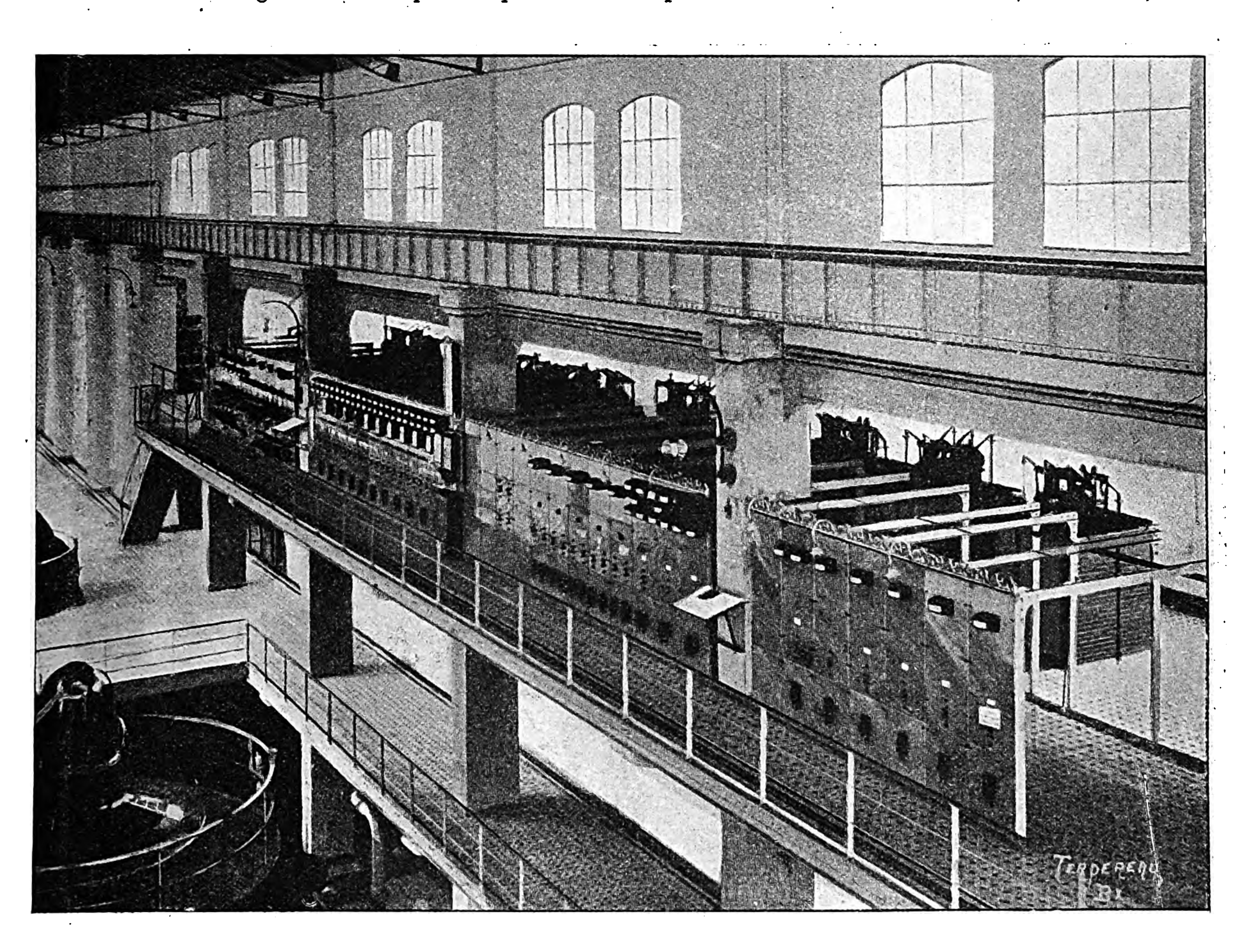


Fig. 20. — Vue générale du tableau de distribution.

3 panneaux de départ à 50 000 volts,
1 panneau de transformateur 5500/13 500 volts,
4 panneaux de départ à 13 500 volts,
2 panneaux de transformateurs de service intérieur 5500/220 volts,
1 panneau pour couplage des barres omnibus à 5500 volts et à 50 000 volts,
8 panneaux pour courant continu de l'usine.
6 panneaux de réserve pour extensions futures.

On y voit les instruments suivants :

Panneaux d'alternateur : 1 voltmètre 0-7500 volts; 1 ampèremètre; 1 indicateur de facteur de puissance; 1 wattmètre; 1 compteur; 1 rhéostat de champ; 1 interrupteur de champ; 1 commutateur pour commande d'interrupteur à huile avec deux lampes indicatrices; le feu rouge brille si l'interrupteur est fermé, le feu vert s'il est ouvert (un relais bipolaire à action différée ouvre l'interrupteur, si une surcharge fixée à l'avance vient à se produire); 1 commutateur bipolaire pour le moteur régulateur de la vitesse de la turbine; 1 plot de synchronisation.

Panneau de transformateur 5500/50 000 volts : 1 ampèremètre; 2 relais à action différée pour les interrupteurs à huile; 2 commutateurs avec lampes indicatrices; 1 plot de synchronisation.

Panneau de départ à 50 000 volts : 3 ampèremètres;

2 voltmètres; 1 commutateur avec lampes indicatrices pour interrupteur à huile; 1 relais tripolaire de déclenchement à action différée.

Panneau de départ à 13 500 volts : 1 ampèremètre; 1 commutateur avec lampes indicatrices pour interrupteur à huile; 1 relais tripolaire de déclenchement à action différée.

Les 8 panneaux pour courant continu se partagent en :

4 panneaux pour les 4 excitatrices que la figure 21 montre (ils sont disposés entre les alternateurs hydrauliques et les 2 turbo-alternateurs); 1 panneau pour le groupe à vapeur (ce groupe sert tant pour l'excitation que pour les divers besoins de l'usine en courant continu; chaque excitatrice comporte un moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil, accouplé rigidement à 1 dynamo, continu, 150 kw sous 125 volts) ;

1 panneau d'excitation;

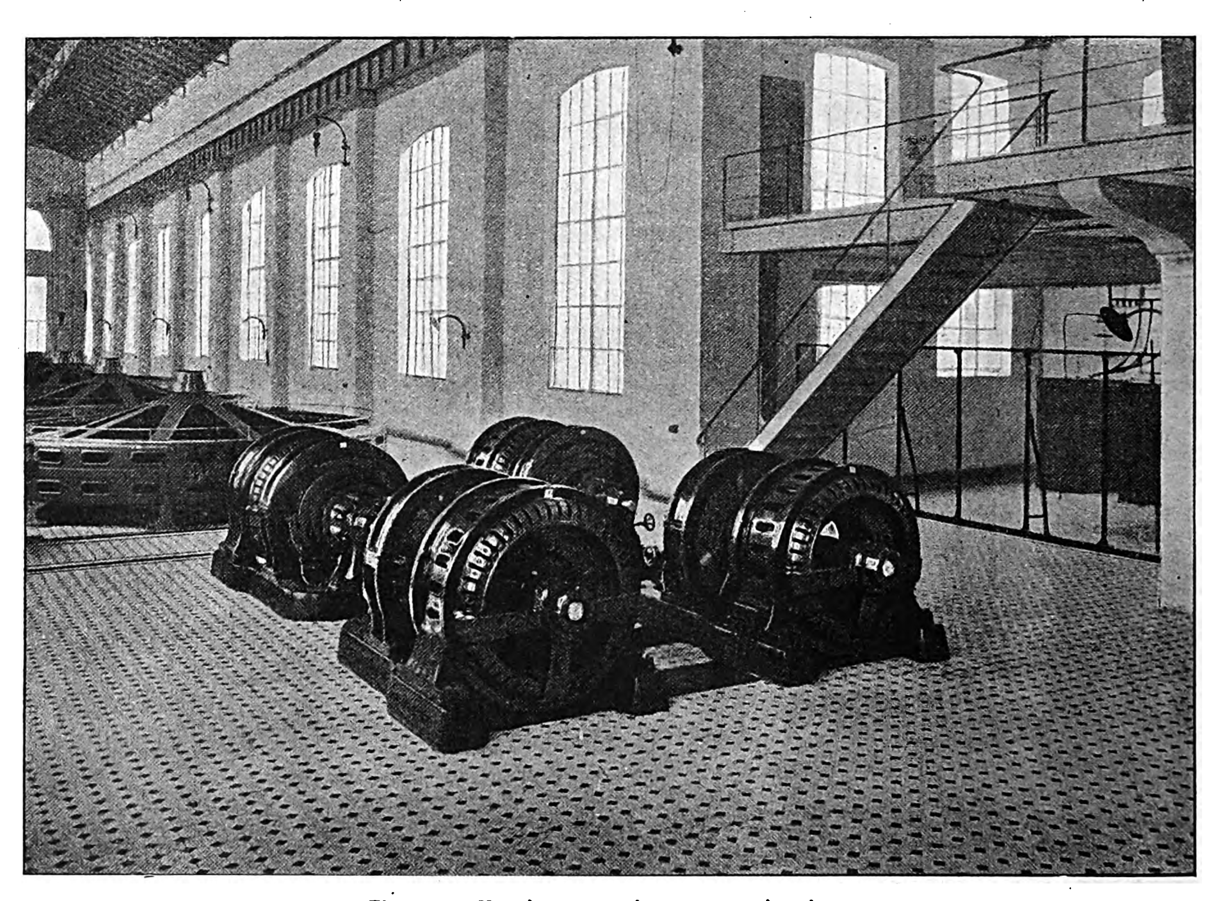


Fig. 21. — Vue du groupe de quatre excitatrices.

1 panneau pour batterie d'accumulateur et survolteur;

2 panneaux pour départ à courant continu.

En équerre du tableau à courant continu, un voltmètre 0-250 volts indique la tension des excitatrices.

En équerre du tableau à courant alternatif, un synchroniseur Lincoln pour le couplage des alternateurs.

Une batterie d'accumulateurs 60 éléments, 600 ampères-heure de capacité à la décharge en une heure, sert à l'excitation et à l'éclairage en cas d'avarie aux groupes moteurs générateurs et alimente les commandes des interrupteurs à huile. Un groupe moteur survolteur (moteur, 20 chevaux; survolteur, 15 kw) assure la recharge de cette batterie.

La figure 22 schématise les dispositions principales du tableau de distribution.

Transformateurs. Poste élévateur de tension de Tuilière. — Ce poste constitue un bâtiment spécial de 60 m × 10 m (*fig.* 1), à l'aval du barrage. Il comprend les transformateurs, les barres omnibus à 50 000 et 13 500 volts du schéma précédent (*fig.* 22) et le départ des lignes. Une galerie souterraine de 2,50 m × 3 m, le relie aux bâtiments de l'usine et sert aux divers câbles à 5500 volts.

Les transformateurs sont disposés dans des cellules : 18 cellules de 2,24 m de longueur, 4,25 m de profondeur et 5,50 m de hauteur, servent de logement aux transformateurs à 50 000 volts; 8 cellules semblables de 2,10 m de largeur seulement sont réservées aux transformateurs à 13 500 volts. Un chariot circule dans une galerie parallèle à la suite des cellules et facilite le transport des trans-

formateurs à l'atelier de réparations situé à l'extrémité du bâtiment et doté de deux tours (30 cm de hauteur de pointes et 3 m entre pointes, 18 cm de hauteur de pointes), de fraiseuse, perceuse, etc. Deux moteurs de 8 et 3 chevaux, à courant continu, commandent ces machines.

Un pont roulant de 12 tonnes sert au transport des noyaux de transformateurs.

Les 15 transformateurs à 50 000 volts actuellement en service ont 1,90 m × 1 m × 3,40 m; ils présentent une puissance individuelle de 1200 kw et sont reliés en triangle par groupe de trois au primaire (5500 volts)

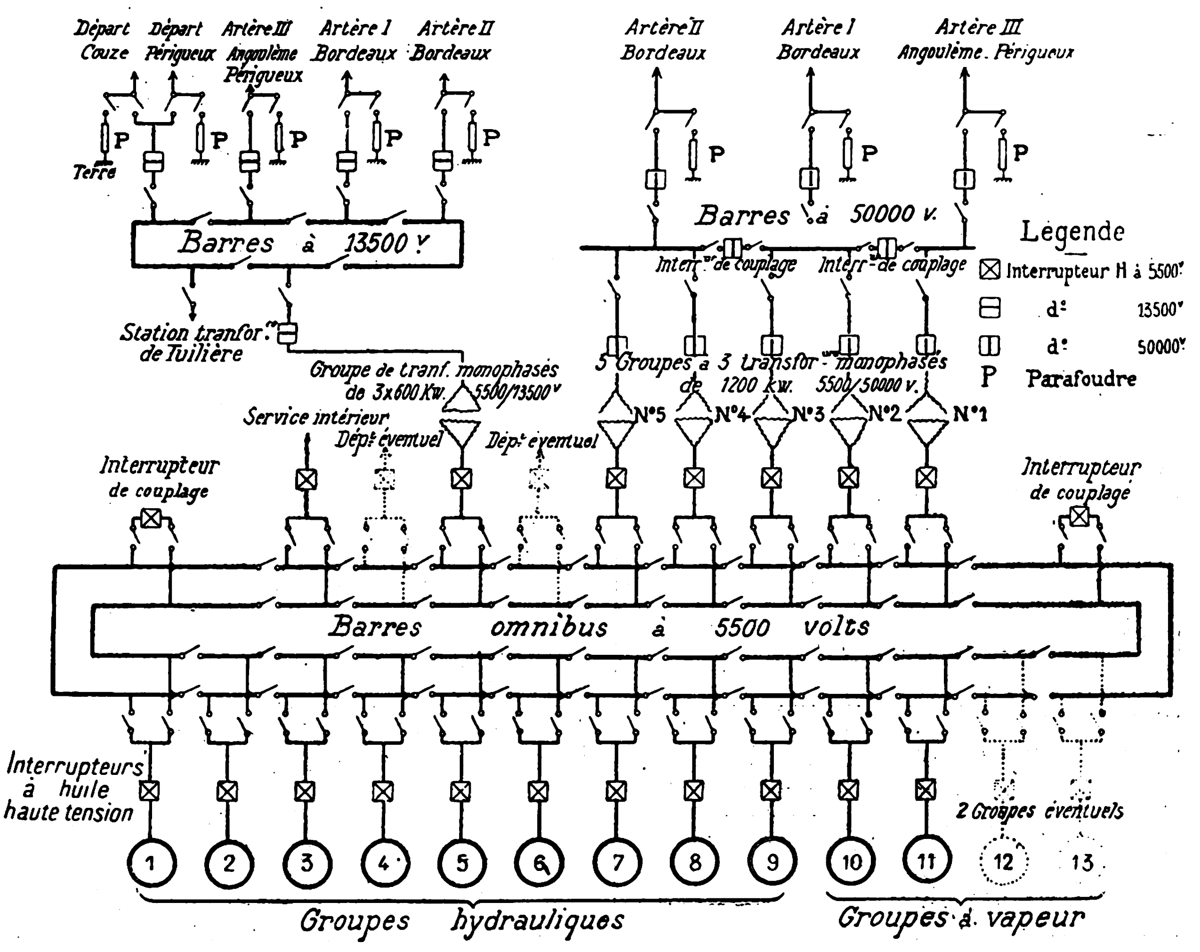


Fig. 22. — Schéma général des connexions du tableau de distribution.

et en étoile au secondaire (50 000 volts). Ils sont à bain d'huile refroidie par circulation d'eau.

Les rendements constatés aux essais ont été de 97,5 pour 100 à pleine charge et 98,2 pour 100 à demi-charge.

Six transformateurs à 13 500 volts du même type sont également en service actuel; ils présentent une puissance individuelle de 600 kw, et sont reliés en triangle au primaire comme au secondaire.

L'eau pour le refroidissement est fournie par le réservoir de 130 m³ qui domine le bâtiment et dont nous avons précédemment parlé (*voir* description de l'usine thermique). Chaque transformateur nécessite un débit de 0,5 litre d'eau par seconde, soit pour l'ensemble 10 litres par seconde. Un indicateur de débit (système Venturi) contrôle cette circulation.

Départs des lignes. — Les départs des lignes à 50 000 et à 13 500 volts, lesquelles sont munies d'interrupteurs à huile, se fait au premier étage du bâtiment. Chaque ligne traverse le mur par une ouverture de 1 m × 1,10 m. Une cage vitrée (*fig.* 23), empêche l'entrée de la pluie. Un isolateur d'ancrage à l'extérieur, une bobine de self induction et un parafoudre Wirt, à intervalle d'air, complètent la sortie de chaque ligne.

Réseau de distribution. — Ainsi que nous l'avons indiqué le réseau a été établi en vue de distribuer l'énergie électrique dans la région du Sud-Ouest, et principalement aux villes de Bergerac, Périgueux, Angoulême et Bordeaux. La fraction la plus importante de l'énergie disponible étant destinée à Bordeaux, et la distance Tuilière-Bordeaux atteignant 100 km environ, on a choisi la tension de 50 000 volts comme tension de transport

l'économie réalisée sur la ligne compensant la dépense d'installation du poste abaisseur de tension situé à Cenon à l'autre extrémité de la ligne.

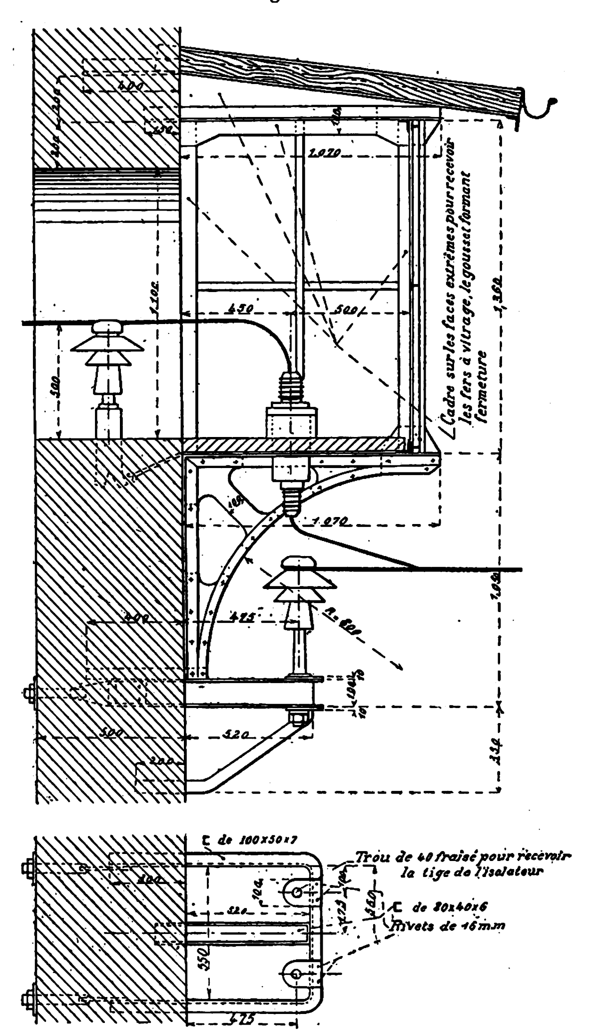


Fig. 23. — Srotie des lignes à 50 000 volts du poste élévateur de tension de Tuilière.

La carte (*fig.* 24) représente les grandes artères du réseau. Trois artères principales à 50 000 volts ont été établies : deux circuits triphasés pour le transport à Bordeaux et se servant mutuellement de secours; l'une passo par Sainte-Foy-la-Grande, Saint-Pey-d'Armens; l'autre par La Sauvetat-du-Drop, Camiran; elles aboutissent à Cenon; un circuit triphasé affecté au transport à Périgueux et à Angoulème.

Les postes de transformation principaux établis en bout de ligne sont prévus :

Le poste de Cenon (desservant Bordeaux) pour....	9000 kw	ultérieur[t].	12000 kw
Chacun des postes d'Angoulême et de Périgueux pour	3000 kw	soit.....	6000 kw
actuellement	15000 kw	ult[t].....	18000 kw

La longueur des lignes est de :

Tuilière — S[te]-Foy-la-G[de] — S[t]-Pey-d'Armens — Cenon	96 km
Tuilière — La-Sauvetat-du-Drop — Camiran — Cenon	114 km
Tuilière — Neuvic — Bertric-Burée — Angoulême	99 km
Neuvic — Périgueux	21 km
soit	330 km

de lignes 50 000 volts.

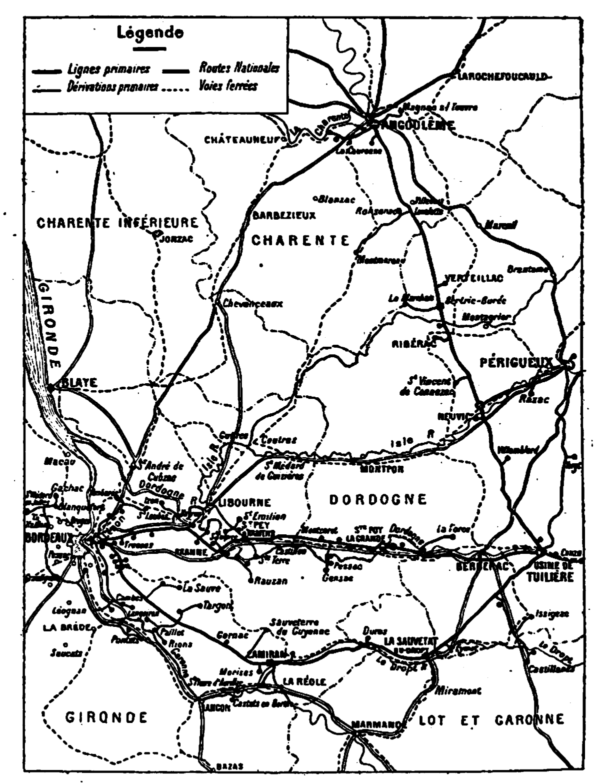


Fig. 24. — Carte du réseau de distribution.

Les mêmes supports soutiennent une ligne à 13 500 volts. Ce réseau à 13 500 volts peut être alimenté, soit par l'usine de Tuilière, soit par chacun des trois postes de transformation situés à l'extrémité des artères principales. De plus une ligne directe à 13 500 volts est établie de Tuilière à Périgueux (40 km).

Un circuit téléphonique suit les artères principales.

Les trois postes principaux, Cenon, Angoulême, Périgueux, sont identiques à la puissance près. Ils rappellent, au point de vue de leur disposition généralo, le poste de Tuilière. Les mêmes types de transformateurs abaisseurs de tension au nombre de neuf à Cenon, de trois à Angoulême et à Périgueux, identiques à ceux élévateurs de tension établis à Tuilière, s'y trouvent mêmement disposés. La figure 25 représente le poste de Cenon. On y voit les deux tourelles des deux artères principales triphasés à 50 000 volts.

Sept départs partent de ce poste de Cenon : 4 lignes aériennes et 3 lignes souterraines.

Deux des quatre lignes aériennes à 13 500 volts desservent la banlieue de Bordeaux, les deux autres sont les lignes à 13 500 volts établies sur les pylones des lignes principales. En période de fonctionnement normal, ces lignes à 13 500 volts des artères aboutissant à Cenon sont interrompues aux postes de Saint-Pey-d'Armens pour l'une, de Camiran pour l'autre.

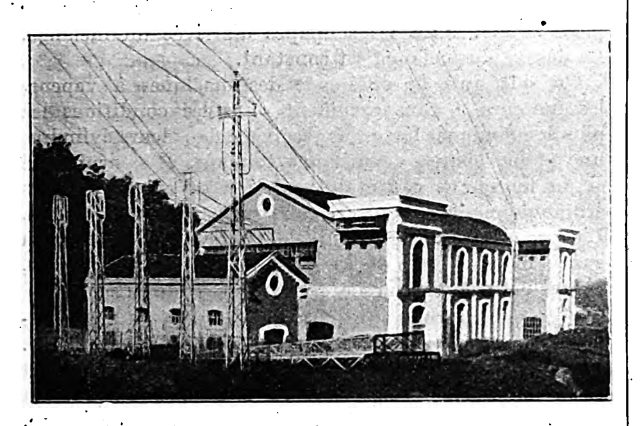


Fig. 25. — Poste de transformation de Cenon.

Les lignes souterraines pénètrent à l'intérieur de Bordeaux. L'une d'elles, alimentée à 5500 volts, dessert la Compagnie générale d'Éclairage de la ville de Bordeaux. Les transformateurs réducteurs spéciaux branchés sur les barres omnibus à 13 500 volts sont au nombre de trois; ils sont montés en étoile; leur puissance individuelle est de 2400 kilowatts. Pour éviter les surtensions sur les câbles souterrains un limiteur de tension, du type électrolytique à cuvettes d'aluminium, a été disposé sur les barres omnibus du poste entre les départs aériens et souterrains.

Le poste d'Angoulême ne comporte que des départs aériens.

Le poste de Périgueux comporte quatre départs souterrains alimentant : les deux premiers, les ateliers de la Compagnie d'Orléans et les deux autres la Société d'éclairage de Périgueux.

Des postes de coupure ont été établis à Saint-Pey-d'Armens, Camiran et Neuvic, aux points de bifurcation des principales dérivations à 13 500 volts, afin d'assurer d'une manière continue la distribution de l'énergie à ces dérivations dans le cas d'une mise hors de service d'une partie de la ligne sur laquelle elles sont dérivées. Ces trois postes suffisaient pour effectuer avec sécurité la distribution d'énergie aux stations transformatrices situées sur le parcours des artères principales. Étant donnée la distance des deux premiers postes à Tuilière, et celle de Neuvic à Angoulême (60 km environ), on a installé un deuxième groupe de poste de sectionnement à Sainte-Foy-la-Grande, à la Sauvetat-du-Drop et à Bertric-Burée. Ces postes comprennent le poste de coupure proprement dite et un logement de gardien (*fig.* 26). Chacun de ces postes sert de point de départ pour une ligne aérienne à 13 500 volts.

Les stations transformatrices, actuellement au nombre de 65, sont toutes du même type. Ce sont de petits bâtiments en béton armé de 2,25 m × 2,25 m et de 6,40 m de hauteur.

L'équipement de ces stations a exigé un grand nombre de transformateurs : pour les petits réseaux d'éclairage, des transformateurs monophasés 13 500, deux fois 125 volts avec distribution à trois conducteurs, d'une puissance de 10 kw; pour distribution d'éclairage et énergie motrice, des transformateurs triphasés 13 500, 216 volts, dont la puissance est de 20, 35 ou 50 kw.

Tel est dans ses grandes lignes l'important transport d'énergie dont la Société « Énergie électrique du Sud-Ouest » vient de doter cette partie de notre pays. Ce qui caractérise l'installation de ce réseau, à l'encontre des réseaux semblables antérieurement installés, c'est qu'au lieu d'avoir été aménagé d'une façon progressive, et au fur et à mesure des besoins d'exploitation, on a pu ici se rendre compte, dès l'établissement du plan général, des divers besoins des points desservis et installer simultanément tout le réseau : usine génératrice, postes de transformations, artères principales et secondaires. Cette œuvre considérable, commencée en juin 1905, a été achevée à la fin de 1908. Cet intervalle de temps, déjà restreint de 3 ans et demi, eût été abrégé, si au cours de l'établissement d'une des piles du barrage on n'eût pas rencontré deux poches de glaises, dans le massif rocheux du fond de la Dordogne, qui obligèrent à des travaux spéciaux de consolidation de ce fond à l'aide de béton armé.

Ces importants travaux font le plus grand honneur à tous ceux qui y ont coopéré.

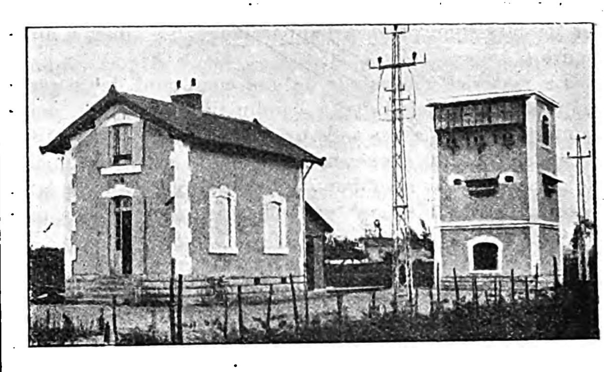


Fig. 26. — Poste de coupure de Sainte-Foy-la-Grande.

Nous ne pourrions mieux faire en terminant cette rapide esquisse que de reproduire les dernières lignes même de la très importante et très intéressante étude que M. l'Ingénieur en chef Claveille consacre à la description détaillée de cette œuvre :

« Nous serions heureux, écrit-il, que cette trop longue » notice pût être de quelque utilité aux ingénieurs et » aux industriels qui s'occupent de l'amélioration des » chutes d'eau. Si l'un d'eux se donne la peine d'arriver » jusqu'à ces lignes, il ne devra pas perdre de vue, » qu'aucune description ne peut remplacer une étude » faite sur place, surtout lorsque cette étude doit pro- » curer l'occasion d'admirer une belle contrée qui,

» indépendamment des curiosités et des produits dont » la nature l'a si généreusement dotée, est très hospitalière pour ses visiteurs. »

A. TURPAIN,
Professeur à l'Université de Poitiers.

Usine génératrice à moteurs à gaz produisant l'énergie électrique pour traction urbaine et lumière (1).

L'usine génératrice étudiée ici est celle de la Charlotte Electric Railway Company. La puissance motrice y est fournie par des moteurs à gaz pauvre et le courant produit alimente un réseau de tramways et un réseau d'éclairage sur lequel sont branchés aussi de petits moteurs. Il faut donc, malgré les fluctuations de charge occasionnées par les tramways, qui sont peu nombreux et assez puissants, maintenir une tension constante et un service très régulier.

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION. — La machinerie comprend deux moteurs à gaz horizontaux de 810 chevaux effectifs, à quatre cylindres disposés par deux en tandem, à quatre temps et à double effet, et un moteur de 60 chevaux à deux cylindres en tandem, de construction semblable aux deux autres. Les alternateurs (triphasés, 540 kilowatts, 2300 volts, 60 périodes) sont directement et rigidement accouplés aux arbres des deux gros moteurs, et une dynamo à courant continu de 40 kilowatts, servant à l'excitation, est accouplée directement au moteur de 60 chevaux. Il y a en outre une autre excitatrice de même puissance commandée par un moteur asynchrone, deux commutatrices de 300 et de 500 kilowatts et l'appareillage de tableau ordinaire.

Le matériel générateur de gaz comprend deux gazogènes de 1000 chevaux à combustion renversée, communiquant par le bas avec un économiseur ou chaudière verticale de 100 chevaux. Du haut de cette chaudière, le gaz passe aux scrubbers, à l'exhausteur et de là à un gazomètre de 1700 m³ environ, qui alimente les moteurs.

Les cylindres des moteurs ont 610 mm d'alésage et 915 mm de course; les volants ont 4,88 m de diamètre et pèsent 15 tonnes. Toutes les parties en contact avec les gaz chauds sont refroidies par circulation d'eau : cylindres, pistons, tiges de pistons, chambres de mélange, soupapes et leurs sièges, tuyau d'échappement jusqu'au niveau du plancher. L'eau de circulation des diverses parties s'écoule par des tuyaux séparés dans des canaux ouverts, ce qui permet de déterminer à tout moment la température de chaque partie du moteur. L'allumage se fait par rupture; il y a deux tampons d'allumage à chaque extrémité de chaque cylindre; le courant est fourni par des piles.

Les soupapes sont actionnées par des leviers que soulèvent des cames. Les cames de profil convenable paraissent préférables aux excentriques, car on obtient par elles une ouverture et une fermeture rapide des soupapes, et la soupape reste grande ouverte pendant un temps relativement long.

Les régulateurs sont du type Jahns, dans lequel la force centrifuge de poids tournant dans un plan horizontal est équilibrée par la pression de ressorts hélicoïdaux, les poids tournant sur des rouleaux dans un bain d'huile. Ils agissent en faisant ouvrir et fermer plus ou moins tôt les soupapes d'arrivée du mélange. Le dosage du mélange est constant.

On sait qu'à la différence des machines à vapeur, les moteurs à gaz travaillent dans les conditions les plus économiques lorsqu'ils reçoivent dans leurs cylindres une pleine charge de mélange tonnant. Il s'ensuit que si un moteur à gaz était timbré à sa charge la plus économique, il n'aurait aucune capacité de surcharge. L'usage s'est donc établi de timbrer un moteur à gaz à 87 pour 100 de sa puissance continue maxima, ce qui permet une surcharge de 15 pour 100.

FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION. — La régularité du service est la première chose à considérer. Des rapports journaliers du mécanicien, l'auteur a extrait la mention des interruptions de service dues aux moteurs à gaz qui ont eu lieu du 1er janvier au 31 décembre. Il y en a eu huit; les deux plus longues ont duré 45 minutes chacune; la durée totale d'interruption dans l'année a été de 2 heures 45 minutes. Il faut se rappeler que l'installation fonctionne 24 heures par jour d'un bout de l'année à l'autre.

D'autres perturbations se sont produites pendant que deux machines étaient en marche, obligeant à transporter toute la charge sur une seule machine, mais cela sans inconvénient sérieux pour le service.

Après la régularité, il faut considérer la nature du fonctionnement, c'est-à-dire la régulation de vitesse et l'aptitude à la marche en parallèle, la première étant une fonction du moteur seul tandis que la seconde intéresse à la fois le moteur et l'alternateur.

La garantie des constructeurs relativement à la vitesse est que, du quart de charge à la pleine charge, la variation ne dépassera pas 2 pour 100. Cette condition est remplie en ce qui concerne la vitesse moyenne aux charges à variations lentes. Mais lorsqu'une forte variation de charge arrive brusquement, il se produit une oscillation momentanée ne dépassant pas 2 pour 100 au-dessus ou au-dessous de la vitesse moyenne pour la charge donnée : elle est due à ce que le régulateur dépasse sa position d'équilibre. Cette oscillation de vitesse n'est pas plus grande ou même moindre que dans d'excellentes machines à vapeur; on pourrait s'attendre à ce qu'elle soit plus forte dans un moteur à gaz à quatre temps, car, au moment où la charge du moteur varie, le régulateur n'a aucune action sur la cylindrée de gaz qui va être allumée, puisque le volume de cette cylindrée a été réglé dans la course d'aspiration précédente. Supposons, par exemple, que le moteur marche à trois quarts de charge et que le régulateur, au moyen des soupapes d'arrivée de mélange, détermine d'après cette charge le volume des cylindrées. Au moment où une manivelle atteint le point mort et où l'allumage vient d'avoir lieu, une charge additionnelle

(1) E.-D. LATTA, Communication présentée, à l'American Institute of Electrical Engineers, le 1er avril 1910 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXIX, avril 1910, p. 475-507).

survient, donnant une charge totale égale à la pleine puissance de la machine. Le cylindre qui vient d'être allumé et va donner un coup moteur a reçu une cylindrée correspondant à trois quarts de la pleine charge; l'un des cylindres de l'autre côté de la machine est à mi-chemin de la course de compression et par conséquent échappe à l'action du régulateur, et le cylindre en tandem avec celui qui vient d'être allumé achève juste sa course d'aspiration et a cessé de recevoir du gaz à 75 pour 100 de cette course, ce qui fait qu'il est aussi hors de l'influence du régulateur. On aura donc trois coups moteurs d'une puissance correspondant aux trois quarts de charge avant que la machine reçoive une pleine cylindrée. On pourrait donc s'attendre à ce que le régulateur dépasse sa position d'équilibre et subisse des oscillations, mais on a réduit cette tendance à un minimum par une détermination convenable de l'amortissement du régulateur et de l'inertie du volant.

Grâce à la disposition en double tandem et au double effet, le volant reçoit huit impulsions en deux tours, ou deux par course de piston. L'empiètement réciproque des durées de ces impulsions amortit les variations de vitesse et permet l'emploi d'un volant bien plus léger qu'avec un tandem unique. Ce volant d'inertie moindre favorise la marche en parallèle, mais son inertie est cependant suffisante pour absorber les variations de l'effort moteur.

La marche en parallèle de ces groupes soutient avantageusement la comparaison avec celle des meilleures machines à pistons actionnant des alternateurs ayant le même nombre de pôles, c'est-à-dire 60.

Les températures des alternateurs n'indiquent pas un courant synchronisant excessif et les commutatrices n'ont jamais montré de tendance à se décrocher.

Frais d'exploitation et de réparations. — Le facteur de charge est très bas, pour deux raisons : d'abord, pendant la plus grande partie d'une durée de 20 heures par jour, la charge pourrait facilement être fournie par un seul groupe, mais ses larges variations obligent à maintenir le second groupe en marche pendant une durée moyenne de 10 heures par jour; ensuite, de minuit à 6 h du matin, un groupe marche à charge presque nulle. Il est impossible d'arriver dans ces conditions à une grande économie de fonctionnement.

En fait de remplacement de pièces, la plus grande dépense a été l'achat d'une série complète de nouvelles soupapes d'échappement, non par suite d'usure, mais parce que les anciennes étaient affectées d'un défaut de fabrication. Le nouveau modèle donne toute satisfaction. Quatre pistons ont été retirés des cylindres et munis de nouveaux segments, les anciens ayant été brisés par des fuites d'eau dans les cylindres, provenant de défauts dans l'enveloppe d'eau des pistons.

Les garnitures des tiges de soupapes d'échappement se sont parfois détachées par suite des vibrations, et la rupture des boîtes à soupapes d'échappement en a été la conséquence. Ces avaries ont occasionné moins de dépenses que d'ennuis. On en prévient le retour en munissant ces garnitures de vis d'arrêt.

Du tableau des dépenses d'exploitation nous extrayons les chiffres suivants :

	Kilowatts-heure.	Charbon (en kg.).	Charbon par kilowatt-heure (en kg.).	Facteur de charge (¹).
Janvier	304400	259000	0,85	0,445
Avril	256607	229000	0,887	0,414
Juillet	275100	239000	0,87	0,502
Octobre	302000	265000	0,88	0,457

En y comprenant le coke utilisé pour la mise en route des gazogènes et en remplaçant ce poids de coke par le poids de charbon coûtant le même prix, on a consommé dans toute l'année 3 millions de kilogrammes de charbon. La production a été de 3355907 kw : h.

$$\frac{3000000}{3355907} = 0{,}895 \text{ kg de charbon par kilowatt-heure.}$$

En admettant 85 pour 100 de rendement pour les alternateurs à 45 pour 100 de la pleine charge, on a

$$0{,}895 \times 0{,}736 \times 0{,}85 = 0{,}56 \text{ kg : cheval-heure.}$$

Frais de production de l'énergie électrique. — Le prix de revient de l'énergie par kilowatt-heure au tableau est, d'après le détail fourni par l'auteur,

$$0^{\text{fr}},0442.$$

Il faut tenir compte de ce que la machinerie auxiliaire (pompe pour l'eau de circulation, excitatrice) et l'éclairage de l'usine, absorbent ensemble 0,0909 kw : h par kilowatt-heure produit.

L'intérêt du capital, la dépréciation, les impôts, etc. sont omis ici, leur importance étant en disproportion avec celle de l'installation, qui a été conçue pour trois groupes de 810 chevaux, dont deux seulement sont déjà installés.

Fonctionnement des gazogènes. — L'auteur rappelle la théorie du fonctionnement des gazogènes et donne les chiffres suivants sur le charbon employé et le gaz produit.

On emploie du charbon de Pocahontas de bonne qualité, pour lequel l'analyse du Geological Survey a donné les indications suivntes :

	Pour 100.
Eau	1,9
Carbone volatil	18,08
Carbone fixe	77,03
Soufre	0,67
Phosphore	0,008
Cendres	2,312
Total	100,000

Pouvoir calorifique calculé : 8370 calories par kilogramme.

Pouvoir calorifique, mesuré au calorimètre : 8440 calories par kilogramme.

D'après l'analyse du charbon, on attribue au gaz la

(¹) Facteur de charge

$$= \frac{\text{énergie fournie}}{\text{heures de marche des moteurs} \times \text{puissance d'un moteur}}.$$

6....

composition suivante en volumes

Oxyde de carbone CO	20,2
Hydrogène H	11,6
Méthane CH^4	1,2
Éthylène C^2H^4	0,3
Anhydride carbonique CO^2	8,2
Azote Az	58,4
Total	100,0

Cette analyse conduit à attribuer au gaz un pouvoir calorifique de 1060 calories par mètre cube, vapeur d'eau non condensée (119,2 B. T. U, par pied cube).

Conclusion. — Il n'est plus contesté aujourd'hui que le moteur à gaz ait un vaste domaine d'application, mais on peut douter qu'il convienne aux conditions d'exploitation qui viennent d'être décrites, à moins d'être associé à une batterie d'accumulateurs. Souvent, comme dans le cas actuel, son adoption est motivée par d'autres facteurs que la nature de la charge.

Lorsqu'on dispose d'une source d'énergie peu coûteuse mais de constance médiocre, un moteur à gaz avec gazogène sera une excellente machine de réserve. Le gazomètre étant plein et l'exhausteur arrêté, les feux des gazogènes couveront presque sans dépense appréciable. En moins de deux minutes le moteur peut être mis en route et prendre la charge, et le gazogène pourra être mis en fonctionnement avant l'épuisement du gazomètre. P. L.

ACCUMULATEURS.

Enduit inattaquable par les acides et les alcalis pour bacs d'accumulateurs [1].

Pour empêcher l'attaque du bois des bacs d'accumulateurs par l'électrolyte, on est généralement réduit, faute d'un enduit suffisamment résistant, à doubler ces bacs avec des feuilles de plomb, procédé qui a pour effet d'augmenter le poids des éléments et leur prix de revient. Il résulte toutefois, de travaux faits par M. Frédéric Bonnet, au Worcester Polytechnic Institute, dont l'*Electrical World* du 10 mars rend compte, qu'il est possible, par un traitement simple, de communiquer au bois une résistance aux acides et aux alcalis, suffisante pour qu'on puisse le laisser sans aucun inconvénient en contact direct avec ces corps.

Le procédé, qui a été expérimenté pendant de longues années dans un laboratoire de Chimie avant d'être appliqué aux bacs d'accumulateurs, consiste à traiter le bois successivement par les deux liqueurs suivantes, puis par le savon.

Pour préparer la première de ces liqueurs, on dissout une partie en poids de chlorhydrate d'aniline et 1 partie de chlorhydrate d'ammoniaque dans 6 parties d'eau. Pour la seconde, on dissout 2 parties de sulfate de cuivre et une partie de chlorate de potasse dans 12 parties d'eau.

(1) *Le Génie civil*, t. LVII, 25 juin 1910, p. 155.

Le bois, fraîchement raboté, et qui ne doit pas être taché de matières grasses, est d'abord copieusement enduit et imprégné de la première de ces solutions et séché à l'air; puis il est imprégné de la même façon avec la seconde solution et encore une fois séché à l'air. On recommence trois ou quatre fois ces deux opérations successives d'imprégnation et de dessiccation, qui communiquent au bois une teinte verdâtre, en même temps qu'il se forme, à sa surface, de petits cristaux abandonnés par les liqueurs en séchant.

On dépose sur cette surface du savon en poudre, on mouille et on lave à grande eau. Après le lavage, le bois est devenu d'un noir brillant et presque incombustible; lorsqu'il est devenu sec, on l'enduit, enfin, en le frottant énergiquement avec de l'huile de lin non cuite.

La résistance aux acides et aux alcalis du bois ainsi préparé semble devoir être attribuée surtout à son impénétrabilité aux liquides; elle résulte de ce que les pores du bois sont bouchées par le savon de cuivre qui s'est formé pendant ce traitement.

La revivification des plaques d'accumulateurs sulfatées [1].

Lorsque les accumulateurs au plomb restent trop longtemps inutilisés, lorsque les batteries sont chargées et déchargées à des régimes très irréguliers, ou même quelquefois, sans qu'on en sache la raison, à la longue, les plaques de ces accumulateurs se recouvrent d'une couche de sulfate de plomb blanc compact qui n'est plus décomposé pendant la charge et qui réduit considérablement leur capacité. Pour améliorer ces plaques sulfatées, on procède généralement à une surcharge prolongée de la batterie, mais le résultat cherché n'est pas toujours atteint, et lorsqu'on constate une amélioration sensible, celle-ci n'est souvent que passagère.

Dans son article, M. J.-G. Hamilton décrit un procédé de revivification de ces plaques, qui permet, paraît-il, de leur restituer toute leur capacité primitive. Ce procédé consiste à recharger les éléments sulfatés, après avoir remplacé l'électrolyte acide ordinaire par une dissolution de soude caustique, qui doit rester constamment alcaline pendant cette recharge. Celle-ci, qui doit quelquefois être recommencée plusieurs fois, est ensuite terminée par une charge dans l'électrolyte ordinaire.

Ce procédé de revivification aurait permis de relever à 75 et même 80 pour 100 le rendement électrique d'éléments d'accumulateurs qui était tombé à 20 et 25 pour 100 par suite de la sulfatation; il permettrait donc de réaliser des économies considérables, en évitant les dépenses de remplacement des plaques sulfatées, tant que la grille ou le noyau de plomb de ces plaques a une résistance mécanique suffisante pour porter le poids de la masse active.

(1) J.-G. Hamilton, *Electrical World*, 14 avril 1910.

TRACTION ET LOCOMOTION.

CHEMINS DE FER.

Le Chemin de fer métropolitain de Paris.

Nous avons, au début de 1904, dans un article sur *Les moyens de transport à Berlin et à Paris*, donné une description sommaire des lignes ouvertes et du matériel utilisé à ce moment. Nous indiquerons aujourd'hui les nombreuses lignes ouvertes depuis cette époque ou en construction, et à construire; nous décrirons brièvement les installations de distribution du courant qui sont, depuis 1905, desservies par un réseau presque complètement différent de celui primitif; enfin nous montrerons l'évolution du matériel roulant qui a été amélioré considérablement dans ces dernières années.

Lignes. — Nous ne reparlerons pas de la ligne n° 1 (*voir* plan de la figure 1) ouverte dans l'été de 1900 et de la ligne n° 2 Nord ouverte en novembre 1902. La ligne n° 2 Sud n'allait au début de 1904 que de l'Étoile à Passy; elle a été ouverte dans le courant de 1904 jusqu'à la place d'Italie, où elle formait un terminus. Sortant du souterrain peu avant le quai de Passy, elle franchit la Seine sur un élégant viaduc à deux étages (l'étage inférieur servant de voie charretière ordinaire), reste en viaduc sur le boulevard de Grenelle et la moitié du boulevard Pasteur, passe en souterrain dans la fin du boulevard Pasteur, le boulevard de Vaugirard, le boulevard Edgar-Quinet et le boulevard Raspail, et s'engage dans le boulevard Saint-Jacques d'où elle émerge à nouveau après la place Denfert qu'elle traverse sous la ligne n° 4, passe en viaduc sur le boulevard Saint-Jacques et une partie du boulevard d'Italie, puis rentre sous terre un peu avant la place d'Italie. La portion allant de la place d'Italie à la Nation par le pont de Bercy, qui primitivement devait former la fin du demi-anneau sud, a été laissée de côté pour être construite un peu plus tard comme petite ligne séparée, et l'on a continué la construction de la ligne n° 2 Sud, en souterrain de la place d'Italie jusque vers le bas du boulevard de l'Hôpital où elle reparaît à la surface, puis en viaduc au-dessus de la gare et des voies de l'Orléans, sur la Seine un peu en amont du pont d'Austerlitz et finalement en tranchée dans le petit tronçon du quai de la Rapée qui aboutit au confluent du canal Saint-Martin, à la station dénommée Pont-d'Austerlitz. Ce pont, édifié sur la Seine spécialement et uniquement pour le passage du Métropolitain, constitue un ouvrage d'art remarquable, non seulement parce qu'il a un tracé courbe (le pont de la ligne du chemin de fer à vapeur de Saint-Lazare aux Invalides qui coupe l'île des Cygnes présente une courbure bien plus forte), mais parce qu'il se termine par une construction en poutres hélicoïdales qui permet de plonger en souterrain à angle droit dès son déboucher sur le quai de la Rapée. Lorsque ce prolongement de la ligne n° 2 Sud a été ouvert en 1905, on a établi un service de navette sur un petit tronçon souterrain reliant la station du pont d'Austerlitz (dénommée alors place Mazas) à la station de la gare de Lyon de la ligne n° 1.

En octobre 1904 a été ouverte la ligne n° 3, entièrement souterraine, qui met en communication avec tout le centre commercial de Paris le 20e arrondissement presque dépourvu jusqu'alors de moyens de communication. Cette ligne part de la station de l'avenue de Villiers, adjacente à celle de la ligne n° 2 Nord (avec une boucle s'étendant sous le parc Monceau pour le changement de voies des trains), prend la rue de Constantinople et la rue de Rome pour atteindre la station de la gare Saint-Lazare (d'où partent des couloirs se rendant à la grande gare du même nom), descend par la rue Auber à la place de l'Opéra sous laquelle a été construite une grande gare à trois étages, parce qu'elle doit ultérieurement desservir encore les lignes nos 7 et 8 actuellement en construction, longe la rue du Quatre-Septembre et la rue Réaumur jusqu'à la station de Réaumur-boulevard de Sébastopol (commune avec la ligne 4) et atteint la station de la place de la République où elle passe au-dessous de la ligne n° 5 (d'autres lignes concédées et indiquées sur le plan de la figure 1 doivent encore passer plus tard à la place de la République), suit l'avenue de la République jusqu'au Père-Lachaise où elle passe au-dessus de la ligne n° 2 Nord située on le sait très bas (on a installé depuis un an un escalier mobile qui évite la montée aux voyageurs venant de la ligne n° 2 Nord et prenant la ligne n° 3) et arrive par l'avenue Gambetta au terminus à boucle de la place Gambetta. Le prolongement de cette ligne est prévu (mais non commencé) par l'avenue Gambetta jusqu'à la porte des Lilas, où doit aboutir également une autre ligne prévue.

En 1906, a été terminée la ligne n° 5, entièrement souterraine, qui part de la gare du Nord (station adjacente à celle de la ligne n° 4), passe au-dessus de la ligne n° 4 à la gare de l'Est, descend le boulevard Magenta jusqu'à la place de la République où elle passe au-dessus de la ligne n° 3 (un ascenseur va être installé incessamment dans cette station pour monter de la ligne n° 3 à la ligne n° 5); rejoint, par le boulevard Voltaire et le boulevard Richard-Lenoir, la place de la Bastille où elle passe au-dessous de la ligne n° 1. Elle atteint ensuite, en longeant le canal Saint-Martin, la station du pont d'Austerlitz. Lorsque cette ligne a été achevée, on a supprimé son raccordement du pont d'Austerlitz avec la Bastille, et on l'a rattachée avec la ligne Étoile-Place d'Italie-Pont d'Austerlitz (qui a perdu son titre de ligne n° 2 Sud), de manière à former une ligne unique, désignée sous le n° 5 sur toute son étendue, et qui va de l'Étoile à la gare du Nord en formant les trois quarts d'un anneau passant par Passy, la rive gauche, la place d'Italie, le pont d'Austerlitz, la Bastille et la place de la République.

Quelque temps après, a été ouverte, sous la désignation de ligne n° 6, le tronçon Place d'Italie-Place de la Nation, par le boulevard de la Gare, le pont de Bercy, le boulevard de Bercy, le boulevard de Reuilly, le boulevard de Picpus et une portion de l'avenue de Saint-Mandé. La ligne est souterraine sur tout son parcours, sauf depuis la rue du Chevaleret pour la traversée des voies de l'Orléans (qui

sont en tranchée) et de la Seine qui a lieu en viaduc, jusqu'à la rue de Bercy; à cet endroit, la voie passe en souterrain au-dessous des voies du P.-L.-M. (qui sont en viaduc). Les quartiers, autrefois perdus, que traverse la ligne, ont gagné beaucoup depuis l'ouverture de celle-ci; on trouve là un exemple de la transformation heureuse que peut produire la création de moyens de communications pratiques.

La ligne n° 4, entièrement souterraine, est la plus importante de tout le réseau métropolitain, parce qu'elle traverse tout Paris du Nord au Sud, desservant les quartiers les plus divers, et surtout parce qu'elle traverse deux bras de la Seine et l'île de la Cité, ce qui a nécessité la construction d'ouvrages spéciaux, non seulement très coûteux, mais présentant de grandes difficultés d'exécution. Des incidents malencontreux, tels que grèves, fissure subite d'une cloche à air comprimé, ont encore retardé l'achèvement de cette partie de la ligne qui n'a pu être livrée à la circulation que le 9 janvier 1910, alors que le tronçon de la rive gauche fonctionnait depuis 1909, et le tronçon de la rive droite depuis 1908. A peine le service complet d'un bout à l'autre de la ligne était-il commencé qu'une crue exceptionnelle de la Seine est venue l'interrompre le 26 janvier, les tunnels en cuvette compris entre le Châtelet et Saint-Germain-des-Prés s'étant remplis d'eau par le Châtelet; le service complet n'a été rétabli que le 6 avril dernier. Partant de la porte de Clignancourt, la ligne descend le boulevard Ornano et le boulevard Barbès jusqu'aux boulevards extérieurs, où elle passe en dessous de la ligne circulaire n° 2 Nord, arrive par le boulevard Magenta à la station de la gare du Nord adjacente à celle du même nom de la ligne n° 5, se rend à la station de la gare de l'Est de la ligne n° 5 par un autre trajet que cette dernière, passe au-dessous de celle-ci, descend le boulevard de Strasbourg et le boulevard Sébastopol jusqu'à la rue Turbigo en passant sous la ligne n° 3 à la station Sébastopol-Réaumur, prend la rue Turbigo, passe sous les Halles centrales et arrive à la station du Châtelet de la ligne n° 1, puis s'enfonce sous la ligne n° 1 jusqu'au quai de Gesvres. Dans toute cette partie de la ligne, le tunnel à double voie et les gares ont été construites, comme sur toutes les autres lignes, en maçonnerie, par la méthode du bouclier; mais pour la traversée de la Seine et de l'île de la Cité, dont le sous-sol est rempli d'eau, on a employé une construction toute différente. Les deux voies, toujours juxtaposées, sont placées dans un tube elliptique en fers horizontaux dont la partie supérieure se trouve à 3 m environ au-dessous du lit du fleuve. L'assemblage des anneaux de ce tube a été fait sur place dans l'île; dans le grand bras de la Seine, on a immergé et enfoncé sous l'air comprimé deux tronçons de tubes et dans le petit bras, un tronçon tout monté. Les stations de la Cité, sur le quai de ce nom, et de la place Saint-Michel, sur la rive gauche, comportent chacune à leurs extrémités deux énormes caissons métalliques verticaux qu'on a enfoncés tout montés en travaillant sous l'air comprimé, et dans lesquels seront placés (lorsque ces stations seront ouvertes, ce qui aura lieu incessamment) des ascenseurs et des escaliers d'accès); les raccordements des caissons sous-fluviaux, qui ont constitué la partie la plus délicate du travail, ont été faits également sous l'air comprimé, sauf le raccordement du caisson du petit bras avec le quai Saint-Michel, qui a été effectué directement dans le sol congelé artificiellement.

Au commencement du mois de mai 1910, a été ouvert, sous le nom de ligne n° 3 *bis*, un embranchement souterrain allant de la station de Villiers à la porte Champerret par l'avenue de Villiers.

La première ligne qui sera ouverte est la ligne n° 7, entièrement souterraine, qui va de l'Opéra à la porte de la Villette, avec embranchement n° 7 *bis*, sur le Pré-Saint-Gervais. Cette ligne part en dessous de la ligne n° 3, suit la rue La Fayette jusqu'à la rue de Chabrol, gagne la gare de l'Est en passant sous les lignes n° 5 et 9, suit le haut du boulevard Saint-Martin, passe au boulevard de la Villette sous la ligne n° 2 et longe toute la rue de Flandre. A la station de Château-Landon, se détache un embranchement qui, après avoir fait un petit crochet à gauche vers la rue La Fayette, recoupe la ligne principale (à un niveau différent) et gagne le boulevard de la Villette, prend la rue Secrétan, passe sous le tunnel des Buttes-Chaumont, longe la rue Botzaris. Arrivée à la rue de Crimée, la ligne forme une boucle fermée dans laquelle les trains ne circuleront que dans un sens, et qui aboutit à la porte du Pré Saint-Gervais, d'un coté par la place des Fêtes, et de l'autre côté par la place du Danube.

La ligne n° 8, de l'Opéra à Auteuil, dont la construction est déjà bien avancée, sera ouverte ensuite dans le courant de 1911. Cette ligne souterraine gagne la Seine un peu en aval de la Concorde en passant au-dessus de la ligne du Nord-Sud (en voie d'achèvement) et de la ligne n° 1, gagne les Invalides en passant sous la Seine, puis le champ de Mars, passe sous la ligne n° 2 à l'avenue de la Motte-Piquet, retraverse la Seine au pont Mirabeau et, après la rue Mirabeau, atteindra la porte d'Auteuil par une boucle passant rue Molitor, porte Molitor, porte d'Auteuil et rue d'Auteuil.

Dans quelque temps, on va entreprendre la construction d'une petite ligne allant du Trocadéro à la porte de Saint-Cloud en passant par Passy et Auteuil.

Nous ne parlerons pas de quelques autres lignes, telles que la circulaire des grands boulevards concédée en décembre 1907, mais dont la construction est plus lointaine. Nous en indiquons sur la figure le tracé prévu.

Production et distribution du courant a haute tension. — Le principe adopté au début a toujours été conservé; alimenter le troisième rail en courant continu à 550 volts par des sous-stations convertisseuses (sauf une toute petite portion alimentée directement en courant continu par l'usine de Bercy), dont le nombre va en augmentant à mesure qu'on a ouvert de nouvelles lignes, et qui reçoivent des courants triphasés provenant en partie de l'usine propre du Métropolitain, installée en 1900 à Bercy, et pour le reste d'une source privée. Jusqu'en 1905, cette source a été les deux usines d'Asnières de la Société du Triphasé et des Moulineaux des Chemins de fer de l'Ouest, qui livraient comme l'usine de Bercy des courants triphasés à 5000 volts. Depuis 1905, la Compagnie du Métropolitain ne prend plus de courant à ces deux usines et en reçoit seulement de l'usine de Saint-Denis de la

Société d'Électricité de Paris, qui lui fournit des courants triphasés à 10 000 volts. Ce changement de fournisseur a nécessité un remaniement complet du réseau de distribution.

Les sous-stations de Bercy, du Louvre, de la Nation, d'Italie, de Denfert-Rochereau et du Père-Lachaise sont desservies chacune à 5000 volts par l'usine génératrice de Bercy.

Les sous-stations de l'Opéra, de l'Étoile, de la République et de Barbès sont desservies normalement à 10 000 volts chacune par l'usine de Saint-Denis, mais elles peuvent, en cas de besoin, être alimentées à 5000 volts par l'usine de Bercy à l'aide de câbles de secours.

La sous-station de la Motte-Picquet est alimentée uniquement, jusqu'à présent du moins, à 10 000 volts par l'usine de Saint-Denis. Il en sera de même de la sous-station en construction à La Villette.

L'usine de Saint-Denis a été décrite en détail dans *La Revue électrique* (1), nous n'avons donc rien à en dire. Quant à l'usine de Bercy du Métropolitain, elle ne peut, datant de 1900, offrir les dispositions modernes qu'on rencontre dans les stations récentes; nous nous bornerons à en signaler les caractéristiques. Établie entre le quai et la rue de Bercy, elle reçoit par bateaux tout son charbon, qui est amené par une installation mécanique importante jusque sur les grilles des chaudières, munies de chargeurs automatiques. L'usine se compose de deux parties assez semblables. La première, qui date de l'origine et a été complétée en 1903, et dont le matériel a été fourni entièrement par les Etablissements Schneider du Creusot, comprend 30 chaudières semi-tubulaires, sans surchauffe, ni économiseurs, alimentant 4 groupes électrogènes de 1500 kilowatts chacun. Dans chacun de ces groupes, le moteur à vapeur est une machine verticale Corliss compound à condensation, tournant à 70 tours par minute, accouplée directement à une génératrice électrique. Une de ces génératrices produit du courant continu à 600 volts; les trois autres sont des alternateurs Ganz à 42 pôles fournissant directement des courants triphasés à 5000 volts et 25 périodes. La seconde partie de l'usine, installée en 1903, comprend : une chaufferie édifiée symétriquement à la première, de l'autre côté de la salle des machines, et contenant 24 chaudières semi-tubulaires, à deux bouilleurs, de la Société alsacienne, avec surchauffeurs et économiseurs; quatre groupes électrogènes de chacun 2100 kilowatts, placés à la suite des groupes Schneider, dans la salle des machines. Chaque groupe formé d'un moteur vertical Corliss compound à vapeur surchauffée et condensation, entraînant à 79 tours par minute un alternateur Thomson-Houston à 28 pôles, produisant directement, comme les machines Ganz, des courants triphasés à 5000 volts et 25 périodes.

Les câbles amenant les courants triphasés à 5000 ou 10000 volts des usines aux sous-stations, sont à trois conducteurs torsadés, fortement isolés au papier imprégné, avec protection extérieure en tube de plomb et feuillard de fer. Les premiers posés qui venaient de l'usine de Bercy suivaient exactement les voies dans un caniveau de ciment établi sous le radier des tunnels. Ceux installés ensuite et venant de Saint-Denis ou de Bercy ont été disposés dans des tranchées sous les rues avec deux grillages au-dessus d'eux, suivant le règlement préfectoral.

Sous-stations. — Nous ne décrirons pas en détail les sous-stations actuellement au nombre de 12 et prochainement de 13, qui se ressemblent beaucoup; nous en donnerons seulement les caractéristiques.

Les sous-stations qui sont pourvues d'accumulateurs fournissent non seulement du courant de traction, mais aussi du courant pour l'éclairage de la ligne sur deux circuits distincts; l'un, dit « normal », branché sur les barres omnibus à 600 volts du tableau de la sous-station considérée, alimente en fil nu un côté du souterrain et des gares; l'autre, dit « protégé » parce qu'il est en câble isolé enfermé dans un tube métallique, part d'un tableau spécial relié directement à la batterie d'accumulateurs et dessert l'autre côté des gares et des souterrains. Grâce à ces dispositions, prises après l'accident des Couronnes, il est pour ainsi dire impossible que les gares et le souterrain soient plongés dans l'obscurité en cas d'accident.

La sous-station de Bercy est enfermée dans l'usine génératrice même de Bercy. Elle dessert une partie de la ligne n° 1 et de la ligne n° 5. Elle comprend 4 commutatrices Schneider de 750 kilowatts, desservies chacune par 3 transformateurs monophasés type Creusot à ventilation forcée dont les primaires sont connectés en triangle et dont les secondaires séparés fournissent des courants hexaphasés à 430 volts aux 6 bagues de la commutatrice (disposition qui se retrouve dans toutes les sous-stations). Deux des commutatrices installées en 1900 sont de l'ancien type Ganz à 12 pôles et 250 tours par minute; les deux autres, livrées en 1902, sont du nouveau type Creusot plus léger, à 16 pôles et 300 tours par minute. Les quatre commutatrices sont reliées en parallèle du côté continu sur des barres omnibus (d'un tableau) auxquelles aboutissent également les bornes de la génératrice à courant continu à 600 volts de l'usine de Bercy dont il a été parlé plus haut. La sous-station est complétée par une batterie de 280 éléments Tudor de 1500 ampères-heure de capacité (placée en sous-sol de l'usine de Bercy) reliée aussi aux barres omnibus et rechargée par deux survolteurs Schneider de 200 kilowatts chacun.

La sous-station de l'Étoile, qui a été la première ouverte, en 1900, comprend deux chambres principales souterraines dont l'une est occupée par les deux étages d'accumulateurs formant une batterie de 270 éléments Tudor de 1800 ampères-heure, pesant environ 270 tonnes. L'autre salle renferme les machines, savoir : 12 transformateurs monophasés de 250 kilowatts chacun à ventilation forcée, 3 commutatrices Ganz et 1 Thomson-Houston de 750 kilowatts chacune, 2 survolteurs Labour de 200 kilowatts, constitués par un moteur asynchrone triphasé de 50 kilowatts accouplé à une génératrice continue de 300 ampères sous 150 volts maximum, 2 ventilateurs à moteurs triphasés pour la ventilation des transformateurs, 2 autres ventilateurs pour l'aération des salles et notamment de celle des accumulateurs, 1 tableau haute tension, 1 tableau basse tension de traction pour les lignes nos 1, 2 et 5 et 1 tableau basse tension d'où partent des fideurs desservant des circuits d'éclairage « protégé » pour les mêmes lignes. La sous-

(1) *La Revue électrique*, t. V, 15 janvier 1906, p. 5.

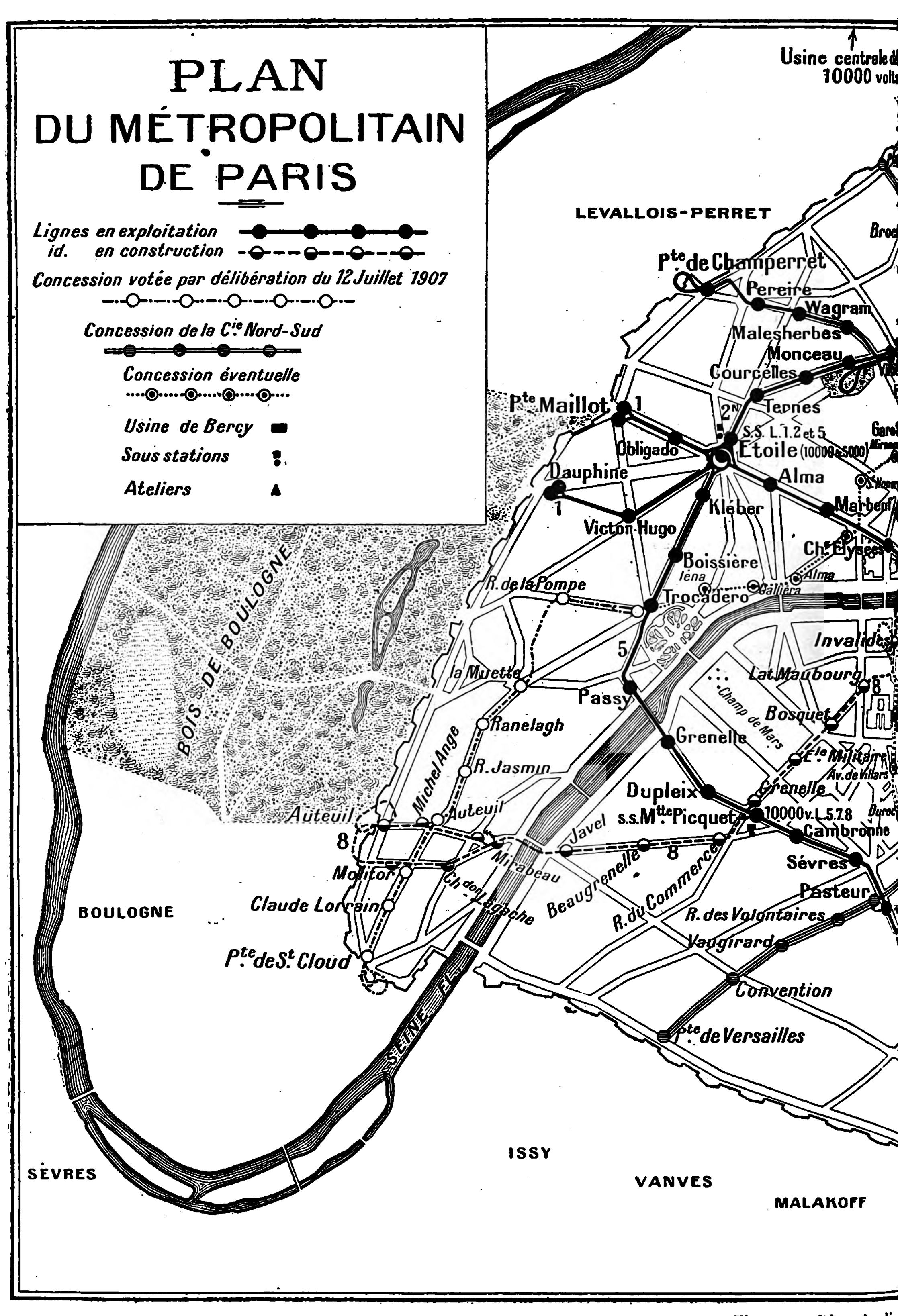
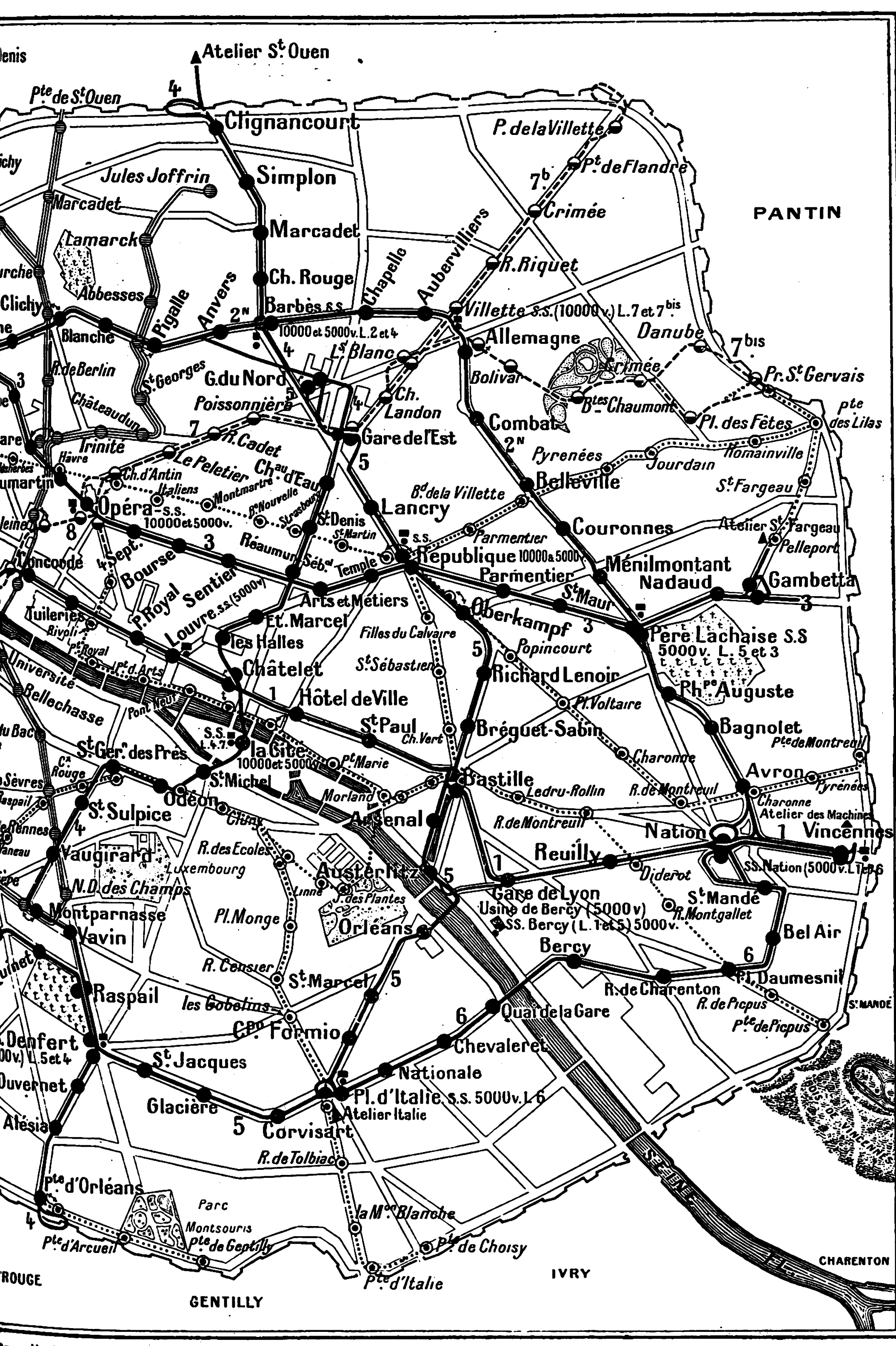


Fig. 1. — Plan des lig



tropolitaines de Paris.

station de l'Étoile étant desservie à la fois à 10000 volts et à 5000 volts, ses transformateurs peuvent avoir leurs secondaires groupés de deux façons différentes pour obtenir dans les deux cas la même tension de 430 volts. La ventilation se fait par un grand puits de 5 m de diamètre.

La sous-station souterraine du Louvre, qui dessert une partie de la ligne n° 1, ne comprend qu'une salle de machines renfermant 6 transformateurs monophasés de 250 kilowatts à ventilation forcée (alimentés uniquement à 5000 volts), 4 commutatrices Thomson-Houston de 750 kilowatts, 1 transformateur triphasé à bain d'huile pour alimenter le moteur asynchrone actionnant une génératrice à courant continu de 60 kilowatts à 600 volts pour le démarrage des commutatrices (la sous-station ne contenant pas d'accumulateurs), 2 ventilateurs triphasés pour la ventilation des transformateurs et l'aération de la salle.

La sous-station souterraine dite de la Nation, établie assez loin de cette place, est, comme celle du Louvre, de faible importance; elle ne dessert qu'un faible tronçon de la ligne n° 1 et la courte ligne n° 6. Elle ne comprend qu'une salle souterraine renfermant 6 transformateurs monophasés Schneider de 250 kilowatts pour 5000 volts seulement, 2 commutatrices Schneider de 750 kilowatts, dont le démarrage se fait par le courant de la ligne, 1 ventilateur actionné par un moteur à courant continu Westinghouse pour la ventilation des transformateurs et l'aération de la salle.

Les sous-stations construites après ces trois premières n'ont plus été édifiées sous terre, mais au-dessus du sol, ce qui rend l'installation et l'aération (surtout quand il y a une batterie d'accumulateurs) bien plus faciles et diminue même le prix de premier établissement.

La sous-station de Barbès, qui dessert les lignes n°s 2 et 4, est très importante. Elle est édifiée sous la ligne en viaduc et pénètre à peine dans le sol. Elle renferme 15 transformateurs monophasés de 250 kilowatts (pour 10000 et 5000 volts), 3 commutatrices Thomson et 2 Schneider de 750 kilowatts, 1 transformateur triphasé pour un groupe survolteur, 2 ventilateurs pour les transformateurs, 1 batterie de 285 éléments Tudor de 800 ampères-heure de capacité, située dans une salle au rez-de-chaussée, 2 panneaux pour des fideurs d'éclairage normal et 1 tableau pour des fideurs d'éclairage protégé des lignes n°s 2 et 3.

La sous-station dite de l'Opéra, située rue Caumartin, qui dessert la ligne n° 3, contient : 12 transformateurs monophasés Schneider de 250 kilowatts (pour 10000 et 5000 volts), 4 commutatrices Schneider de 750 kilowatts, 1 groupes survolteur Schneider, 1 survolteur de secours, 2 ventilateurs triphasés asynchrones, 1 batterie de 288 éléments Tudor de 2800 ampères-heure, située au premier étage, 1 tableau pour l'éclairage « protégé » sur les lignes n°s 1, 2, 3 et 4.

L'importante sous-station du Père-Lachaise, boulevard de Ménilmontant, qui dessert les lignes n°s 2 et 3, contient : 15 transformateurs monophasés Thomson de 250 kilowatts (pour 5000 volts seulement), 5 commutatrices Thomson de 750 kilowatts, 1 groupe survolteur, 1 survolteur de secours, 2 ventilateurs, 1 batterie de 288 éléments Union de 3000 ampères, 2 panneaux pour l'éclairage « normal » et 1 tableau pour l'éclairage « protégé » sur les lignes n°s 2 et 3.

La sous-station de la Motte-Picquet, qui dessert la ligne n° 5, est alimentée uniquement à 10000 volts. Elle contient 6 transformateurs monophasés Schneider de 250 kilowatts, 2 commutatrices Schneider de 750 kilowatts, 1 transformateur pour le groupe de démarrage, moteur triphasé, génératrice continue, 2 ventilateurs triphasés. L'emplacement est prévu dans cette sous-station pour recevoir 2 autres groupes convertisseurs et 1 batterie d'accumulateurs lorsque la ligne n° 8 sera mise en marche.

La sous-station de la place Denfert-Rochereau, qui dessert les lignes n° 5 et 4, est alimentée uniquement à 5000 volts. Elle renferme 9 transformateurs monophasés Schneider de 250 kilowatts, 3 commutatrices Schneider de 750 kilowatts, 1 transformateur pour le moteur triphasé d'un survolteur, 2 ventilateurs triphasés pour les transformateurs, 1 batterie de 285 éléments Tudor de 800 ampères-heure de capacité située au premier étage, 1 panneau pour l'éclairage normal sur les lignes n°s 5 et 4, 1 tableau pour l'éclairage « protégé » des lignes n°s 5 et 4. La place est prévue pour un groupe convertisseur supplémentaire.

La sous-station de la République, qui dessert actuellement la ligne n° 5, est alimentée à 10000 et 5000 volts. Elle contient 9 transformateurs monophasés Schneider de 250 kilowatts, 3 commutatrices Schneider de 750 kilowatts, 1 groupe survolteur mû par un moteur triphasé à 470 volts, 1 transformateur pour ce moteur, 2 ventilateurs triphasés pour les transformateurs, 1 batterie de 285 éléments Tudor de 800 ampères-heure de capacité, située dans une salle séparée au rez-de-chaussée, 1 panneau pour l'éclairage normal sur la ligne n° 5, 1 tableau pour l'éclairage « protégé » des lignes n°s 2 et 5. La place est prévue pour recevoir 2 groupes convertisseurs supplémentaires lorsque deux lignes nouvelles seront desservies par la sous-station.

La sous-station d'Italie, qui ne dessert actuellement que la ligne n° 6, est établie dans un baraquement; elle sera probablement agrandie et logée dans un bâtiment. Elle contient 6 transformateurs monophasés de 250 kilowatts (pour 5000 volts seulement), 2 commutatrices de 750 kilowatts, 1 transformateur triphasé alimentant le groupe de démarrage, 1 ventilateur.

On installe en ce moment dans la Cité une sous-station desservant la ligne n° 4, dans laquelle on a placé 3 groupes commutateurs alimentés à 5000 volts. Cette sous-station de la Cité remplace une autre équipée provisoirement dans les sous-sols des Halles, avec 2 groupes convertisseurs de 750 kilowatts pour alimenter la ligne n° 4 sur la rive droite, lorsqu'elle s'arrêtait au Châtelet.

Une sous-station alimentée à 10000 volts sera prochainement édifiée à la Villette, rue de l'Aqueduc, pour desservir la ligne n° 7.

On procède en ce moment à une augmentation de la puissance, notamment par la substitution de groupes convertisseurs de 1500 kilowatts aux groupes existants de 750 des sous-stations telles que l'Étoile, l'Opéra, la Motte-Picquet, qui sont appelées à desservir les lignes 7 et 7 *bis* dont l'ouverture aura lieu très prochainement, et la ligne 8 qui sera ouverte l'année prochaine.

Le Tableau ci-dessous indique comment sont alimentées les lignes ouvertes :

Ligne n° 1 : Porte Maillot-Vincennes; sous-stations de l'Étoile, du Louvre, de Bercy, de la Nation.

Ligne n° 2 : Porte Dauphine-Place de la Nation; sous-stations de l'Etoile, de Barbès, du Père-Lachaise.

Ligne n° 3 : Place Gambetta-Avenue de Villiers, et n° 3 *bis*, Villiers-Porte Champerret; sous-stations du Père-Lachaise, de l'Opéra.

Ligne n° 4 : Porte de Clignancourt-Châtelet; sous-stations de Barbès, de la Cité, de Denfert-Rochereau.

Ligne n° 5 : Etoile-Gare du Nord; sous-stations de l'Etoile, de la Motte-Picquet, de Denfert-Rochereau, de Bercy, de la République.

Ligne n° 6 : Place d'Italie–Place de la Nation; sous-stations de la Nation, de l'Étoile.

Canalisation a basse tension. — Le courant continu à 600 volts pris sur les barres omnibus des tableaux de distribution des sous-stations se rend par des fideurs à des points de la voie choisis de façon qu'en aucun endroit du réseau il n'y ait une chute de tension trop forte, aussi bien sur les rails de roulement formant conducteur négatif que sur le rail isolé. Ils sont constitués par un nombre plus ou moins grand de câbles de 220 mm² à 320 mm², suivant leur distance et l'intensité qu'ils doivent fournir. Ils sortent des sous-stations par des câbles de faible longueur, isolés pour les fideurs positifs et nus pour les négatifs, placés dans un petit caniveau en ciment armé posé sur isolateur et aboutissant par un couloir incliné à une galerie elliptique en ciment de dimension assez grande pour qu'on y puisse circuler (2,50 m de largeur sur 2 m de hauteur), partant du bâtiment de la sous-station, au niveau des voies, et allant déboucher dans le souterrain de la ligne, au point le plus proche. Dans cette galerie, les fideurs positifs sont en câbles nus posés sur des isolateurs dont les ferrures sont scellées sur les côtés de la voûte. Les fideurs négatifs sont placés tous ensemble dans des caniveaux en ciment isolés. Au sortir de la galerie des câbles, tous les fideurs suivent la voie dans le souterrain jusqu'à leur point d'attache avec les rails de roulement ou avec le troisième rail; ils sont tous, même les négatifs, constitués par des câbles isolés au caoutchouc et armés d'un double fouillard (avec ou sans interposition d'un tube de plomb) et posés en caniveau sur le radier. Les câbles des fideurs viennent se connecter avec les rails par une cosse entrée à force et rivée dans un trou de l'âme du rail, les positifs sur le rail conducteur et le négatif sur les rails de roulement.

Le rail conducteur isolé, de 6500 mm² de section fournissant le courant aux trains, est, pour les anciennes lignes, du même modèle que les rails de roulement, mais en acier plus doux, c'est-à-dire du type double champignon de 38,75 kg au mètre courant sur la ligne n° 1, et Vignole à champignon de 52 kg sur les lignes suivantes; enfin, sur les dernières lignes ce troisième rail a la forme d'un T. Quelle que soit sa forme, il repose avec interposition d'une feuille de plomb sur des isolateurs en grès vitrifié fixés à l'extrémité des traverses de la voie. Les tronçons de rail sont soudés bout à bout par le procédé de l'aluminothermie et ont, de distance en distance, des joints de dilatation avec éclisses électriques, constituées par des lames de cuivre terminées par des tiges enfoncées et rivées dans l'âme des rails. Dans les fortes pentes ils sont maintenus par un dispositif spécial qui les empêche de glisser sous l'effet des trépidations.

Le retour du courant se fait par les rails de roulement dont les joints sont munis à cet effet de deux éclisses électriques d'âme, en barres de cuivre de 154 mm² de section, et de deux éclisses de patin de 196 mm².

Les lignes sont toutes desservies par au moins deux sous-stations différentes. Tout de suite après le point d'alimentation où aboutit le fideur positif d'une sous-station, le troisième rail conducteur présente un coupon isolé au delà duquel finit la section alimentée par le fideur venant d'une autre sous-station. La longueur du coupon isolé étant inférieure à la distance entre les frotteurs placés aux deux bouts des motrices, il ne peut y avoir d'interruption de courant sur le train, et si un défaut produit une interruption de courant dans une section la circulation peut continuer sur l'autre ou les autres sections.

Les fideurs desservant les deux réseaux d'éclairage « normal et protégé », dont il a été parlé plus haut, sortent de la sous-station et gagnent le souterrain par la même galerie de câbles contenant les fideurs de traction; ils sont en câbles isolés au caoutchouc et armés pour l'éclairage protégé, et en câbles nus sur isolateurs pour l'éclairage normal. Arrivés au souterrain, le fideur négatif du circuit normal, est relié à la voie, le fideur positif de ce même circuit est relié à un fil de cuivre nu suspendu à la voûte du souterrain par pinces isolées (sauf sur la ligne n° 1 où il est posé sur isolateurs fixés sur le côté du souterrain). Sur ce fil sont branchées de petites dérivations comprenant cinq lampes de 110 volts en série et établies en fil de cuivre nu sur isolateur dans le souterrain et en fil isolé dans les stations. Le fil de cuivre nu de l'éclairage normal sert en même temps de fil de trôlet pour la traction en manœuvre de nuit, quand le courant est coupé sur le troisième rail. Enfin, il peut encore servir pour l'éclairage de secours d'un train dont le courant de traction se trouve coupé; le mécanicien accroche alors sur lui une perche en bois reliée au départ du circuit d'éclairage de son train.

Le circuit d'éclairage « protégé » est constitué, à partir de sa sortie de la galerie de câbles jusqu'aux lampes, par des fils isolés au caoutchouc et renfermés dans des tubes d'acier (d'où son nom de protégé) accrochés à la voûte du souterrain et des gares.

Le souterrain renferme les canalisations du block-system, des signaux et des téléphones. Il y a deux réseaux téléphoniques : l'un relie toutes les stations d'une même ligne par embrochage, c'est-à-dire que chacune peut causer avec sa voisine; l'autre, du système de M. Dardeau, ingénieur du Métropolitain, relie les principales stations de chaque ligne (généralement une sur deux ou trois) entre elles et avec les sous-stations qui les desservent; dans ce système, une transmission émanant d'un poste est reçue dans tous les autres postes de la ligne. Le block-system est du type Hall, desservi par des piles, sur les lignes nos 1, 2, 3 et d'un type imaginé par les ingénieurs du Métropolitain et desservi par du courant à 550 volts pour toutes les lignes suivantes.

Matériel roulant. — Le matériel roulant du Métro-

politain comprend actuellement 12 locomotives de manœuvre et 1163 voitures de service courant, dont 621 voitures motrices et 542 voitures de remorque. Il sera augmenté lorsqu'on ouvrira les lignes nos 7 et 8. La Compagnie possède, en outre, quelques véhicules divers, tels que des chasse-neige, un tonneau d'arrosage, deux wagons portant des fraiseuses électriques au moyen desquelles on entretient la surface des rails.

Les voitures motrices présentent la même construction générale que les remorques, sauf qu'un des bouts du véhicule est réservé au mécanicien, le restant de la caisse formant compartiment à voyageurs, toujours de deuxième classe. Le plus grand nombre de voitures de remorque sont de deuxième classe; un certain nombre, affectées à la première classe, contiennent le même nombre de places assises que celles de la deuxième classe et n'en diffèrent que par le rembourrage des sièges et dossiers; l'espace pouvant être occupé par les voyageurs debout est le même, mais il est indiqué pour contenir un nombre de personnes moindre qu'en seconde (en réalité, le chiffre nominal inscrit dans l'intérieur de la voiture n'a aucune signification, car aux heures d'affluence, il est aussi bien dépassé en première classe qu'en deuxième).

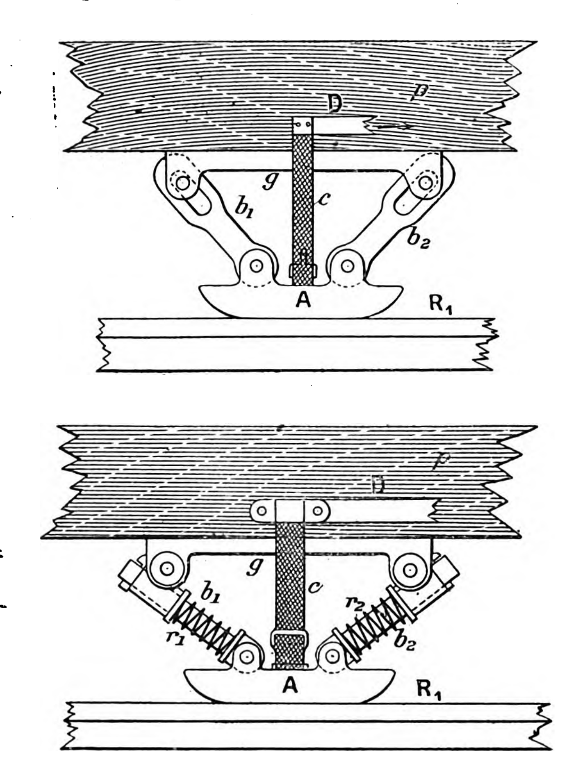


Fig. 2 et 3. — Sabot de contact.

Il n'y a plus actuellement, en dehors des douze locomotives de manœuvre qui sont d'anciennes motrices à deux essieux, que des motrices à bogies.

Chacune des voitures motrices du train prend son courant séparément sur le troisième rail par deux frotteurs situés d'un même côté du véhicule, qui en possède quatre réunis en parallèle, de façon à pouvoir être alimenté d'un côté ou de l'autre de la voie suivant la situation du rail conducteur. Dans les douze motrices de manœuvre à deux essieux, ces quatre frotteurs sont fixés sur les quatre boîtes à huile d'essieux et reliés par des câbles isolés à des coupe-circuits fusibles enfermés, fixés sous le brancard; dans toutes les motrices à bogies (*fig.* 2 et 3), ils sont fixés chacun sous une poutre en bois paraffiné montée entre les boîtes à huile, d'un même côté de bogies. Sur la moitié la plus ancienne du matériel, le frotteur est du type représenté sur les figures 2 et 3; il est formé par un patin A articulé à deux biellettes coulissantes b_1, b_2 et appuyant sur le rail conducteur par son seul poids; dans le matériel plus récent (*fig.* 34) la pression de deux ressorts r_1, r_2 montés autour des biellettes b_1, b_2 vient s'ajouter au poids du patin : dans les deux cas le frotteur peut être relevé et enclenché en tirant sur une courroie verticale accrochée au-dessus du patin. Le courant se rend par un petit bout de câble flexible C soudé au milieu du patin à un coupe-circuit fusible D (en fils de cuivre enfermés dans un cylindre isolant) fixé le long de la poutre supportant le frotteur; le courant venant des quatre coupe-circuits, par de gros câbles isolés logés dans des tuyaux de fer longeant les brancards du châssis, se réunit en un câble unique sous la loge du mécanicien; sur ce câble d'arrivée sont branchés deux câbles de moindre grosseur aboutissant à deux interrupteurs *e* et *c* (*fig.* 4,) montés sur un petit panneau en

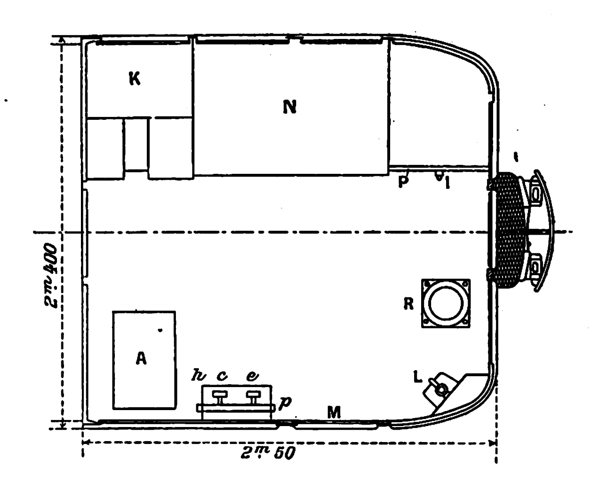


Fig. 4. — Plan d'une loge de mécanicien.

marbre *p* fixé contre la paroi de droite de la loge, en arrière de la petite porte d'accès M. Le câble principal se rend ensuite, en passant sous le châssis, à un panneau P situé sur la gauche du mécanicien et portant l'interrupteur principal I du courant de traction (avec son coupe-circuit). Des deux interrupteurs *e* et *c*, qui sont desservis avant l'interrupteur de traction I (et qui sont munis chacun d'un tube à fils de cuivre fusibles), l'un, *c*, alimente par un câble très court le pôle positif d'un moteur électrique A de 8 chevaux à 550 volts (dont le négatif est relié au châssis) placé dans l'angle arrière droite de la cabine et actionnant un compresseur d'air.

Le second interrupteur *e* est relié à une canalisation continue d'éclairage s'étendant sur toute la longueur du train et constituée par un câble isolé placé au-dessus du toit; ce câble, logé d'abord, dans les voitures à deux essieux, dans une conduite en bois, a été ensuite placé dans un tube en fer. Ce câble aboutit à chaque bout de

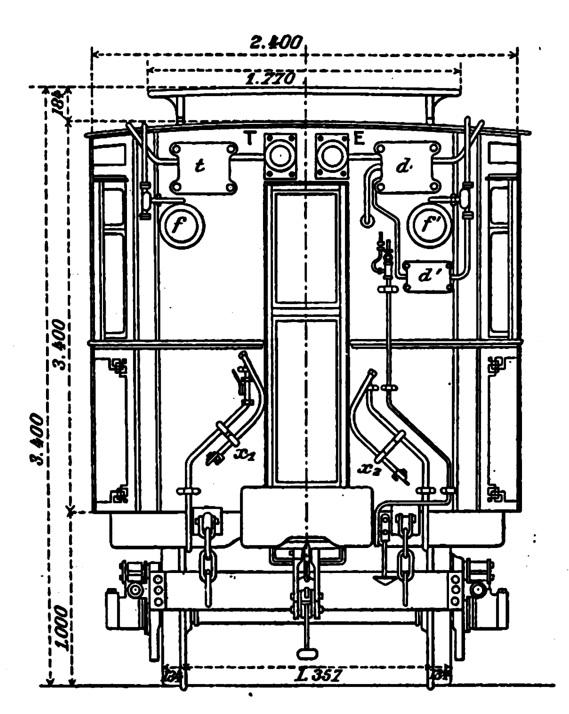


Fig. 5. — Vue en bout d'une voiture du Métropolitain.

la voiture (*fig.* 5) à une boîte E d'accouplement située au-dessus et à droite (*fig.* 6) de la porte de service, et dans laquelle on engage la fiche terminant un câble souple, dont l'autre extrémité est introduite dans la boîte d'accouplement du véhicule voisin. Sur l'un des panneaux de bout de la voiture la canalisation d'éclairage traverse, au sortir de la boîte d'accouplement E, un coffret à connexions *d* et un coffret à coupe-circuits *d'*. De la boîte à coupe-circuits *d'* partent, dans un tube en fer posé sur le toit de la voiture, les deux ou trois câbles isolés d'éclairage, qui desservent chacun cinq lampes de 110 volts en série, puis sont reliés à la masse du châssis formant pôle négatif. Les lampes sont placées sur de petits réflecteurs émaillés fixés au milieu des courbes du plafond; deux sont placées, en outre, contre chacune des parois de bout des voitures de remorque derrière deux regards vitrés rouges *f* servant sur la dernière voiture à signaler la queue du train (sur les cabines des motrices il y a un seul regard vitré que le mécanicien recouvre d'un verre blanc ou rouge, suivant que la voiture est en tête ou non des trains). En outre une lampe à pétrole blanche est accrochée à mi-hauteur de la face de tête du train et une autre à verre rouge est accrochée en queue, de façon que le train soit toujours signalé en avant et en arrière, même en cas d'extinction de l'éclairage électrique, si le courant de traction se trouve interrompu. Il est à noter que, dans ce cas, comme il a été indiqué au chapitre de la transmission du courant, le mécanicien peut rétablir l'éclairage du train au moyen d'une perche qu'il relie à son interrupteur d'éclairage (*e, fig.* 3) et qu'il accroche sur le câble nu d'éclairage normal du souterrain.

La canalisation générale d'éclairage est alimentée par la motrice de tête et la motrice de queue; on ferme les interrupteurs de lumière dès que le train est mis sous courant, car on éclaire toute la journée les trains, même en viaduc. Quand il y a une troisième motrice dans le train, on ne ferme pas son interrupteur d'éclairage.

A côté de la canalisation d'éclairage se trouvent, dans les mêmes tubes, les mêmes boîtes de connexion et le même câble souple d'accouplement, trois petits fils isolés formant une canalisation continue pour les sonneries électriques placées sur un panneau de bout intérieur dans chaque voiture et dans chaque loge de motrices. Dans chacune des loges se trouvent une petite batterie *h* de quelques éléments de piles Leclanché posées sur le plancher au-dessous du tableau *p*, pour l'alimentation de ces sonneries. Dans les voitures munies d'équipements Westinghouse à commande électro-pneumatique, cette batterie de piles n'existe pas, parce que les sonneries sont alors desservies par les accumulateurs nécessaires au système de commande des motrices. Les sonneries sont branchées en permanence entre le fil négatif et le fil auxiliaire; si l'on appuie sur un quelconque des boutons placés à l'intérieur de chaque voiture sur chaque paroi du bout, et branchés entre le fil positif et le fil auxiliaire, toutes les sonneries du train se trouvent actionnées à la fois, ce qui avertit en même temps le mécanicien, les conducteurs et le public, d'où peuvent provenir également l'appel.

La canalisation à plusieurs fils pour la commande par unités multiples est logée dans un tube en fer qui passe sur le plafond des voitures et aboutit à chaque bout à une boîte d'accouplement T après avoir passé, à l'un des bouts seulement, dans un coffret *t'* de connexion.

Toutes les roues du train sont freinées par le frein Westinghouse à air comprimé, s'étendant d'un bout à l'autre du train par une conduite générale de travail avec boyaux en caoutchouc x_1 entre les véhicules. L'air nécessaire est fourni par autant de compresseurs qu'il y a de motrices (c'est-à-dire 2 ou 3) réunis en parallèle par une seconde conduite générale x_2, dite *conduite blanche*. On voit ces deux conduites de chaque côté de la porte de service sur la figure 5.

Dans toutes les voitures motrices construites depuis 1900, à l'exception de douze vieilles motrices à deux essieux dont les loges n'ont que 0,80 m de profondeur, les loges des mécaniciens sont spacieuses, car elles ont 2,50 m de profondeur; elles sont largement aérées par des châssis vitrés mobiles placés en haut des parois latérales; on y accède par une porte unique latérale M (*fig.* 6). Le milieu forme un couloir qui reste constamment libre et permet ainsi de circuler par les portes transversales de service d'un bout à l'autre du train.

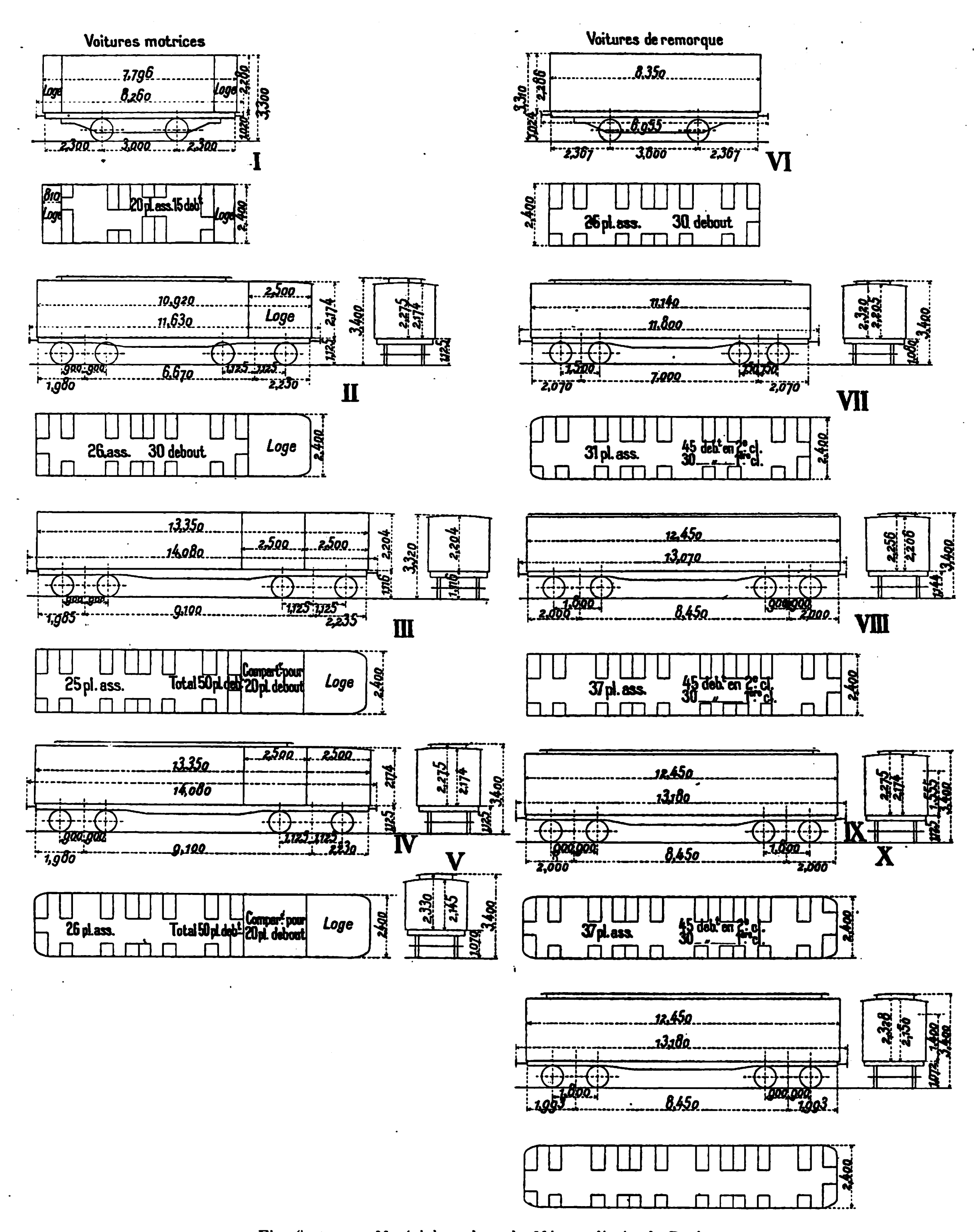


Fig. 6 et 7. — Matériel roulant du Métropolitain de Paris.

A gauche du couloir se trouvent tous les appareils de commande (en K est l'inverseur et en N les contacteurs), à l'exception toutefois du manipulateur situé toujours à l'angle de droite de la cabine. Afin de produire le refroidissement de ces appareils, la paroi de gauche est, dans les modèles récents de motrices, pourvue de persiennes métalliques pouvant s'ouvrir extérieurement aux visites des équipements dans les dépôts. En outre, si les résistances se trouvent en haut, le panneau supérieur de gauche de la cabine est percé de trous.

Le mécanicien qui se tient à gauche du manipulateur L assis sur un petit siège, a également à côté de lui le robinet R dit « du mécanicien », du frein monté sur le socle d'un frein à main, et à côté de ce socle R une tringle et une pédale actionnant deux sablières Franck disposées sur les deux côtés intérieurs du châssis et permettant d'envoyer du sable sur les rails quand on craint le patinage des roues. Le mécanicien a devant lui deux manomètres indiquant la pression de l'air comprimé dans la conduite générale du train et dans son réservoir principal; mais il ne possède aucun appareil de mesure électrique, dont la lecture ne lui serait d'aucune utilité pour la conduite de son train, car les vitesses et les consommations maxima de courant sont réglées automatiquement par les appareils de commande électrique. Son habileté consiste seulement à couper au moment propice, dans un parcours qu'il connaît par cœur, le courant des moteurs, de façon à moins dépenser d'énergie au freinage, tout en respectant son horaire. Le compteur qui est placé dans chaque loge de mécanicien, pour enregistrer la consommation d'énergie électrique du train, n'est consulté que par les chefs de dépôts dans un but de statistique et un peu pour contrôler l'habileté des mécaniciens.

Dans un angle de la cabine se trouve un extincteur d'incendie à main. Le mécanicien a encore devant lui un volant placé en R sur une colonne en fonte à côté du robinet de mécanicien R pour commander un frein à main, pouvant servir au besoin de frein de secours (et utilisé aussi pendant les manœuvres exécutées dans les ateliers). Dans le même but on a placé sur toutes les voitures de remorque un volant de frein à main sur une colonne placée à l'un des bouts du compartiment, au-dessus de la sonnette d'appel. A côté de cette sonnette se trouve en outre dans chaque compartiment de remorque, et aussi de motrice, sur chacune des parois de bout, une boîte en bois marquée *frein de secours*, s'ouvrant à la main et contenant un robinet permettant au personnel et au besoin aux voyageurs s'ils en connaissent la manœuvre, de provoquer, par une vidange de la conduite générale du frein Westinghouse, le freinage simultané de tous les véhicules du train. Enfin on trouve dans le matériel nouveau, et l'on place progressivement dans toutes les autres voitures, une échelle en fer accrochée au milieu du compartiment et permettant aux voyageurs de descendre du train en pleine voie en cas d'accident.

Le plancher des cabines est en tôle et pourvu d'une trappe permettant de voir le moteur commandant le premier essieu du train qui se trouve juste au-dessous. Le second des deux moteurs, que possède chaque voiture motrice et qui attaque le second essieu du bogie d'avant (dans les douze anciennes voitures motrices à deux essieux il attaque naturellement le second essieu indépendant du véhicule), est recouvert d'une tôle lorsque la caisse au-dessous de laquelle il se trouve est en bois. Les premières motrices construites portent deux moteurs Westinghouse de 80 à 100 chevaux pesant 2000 kg environ; les motrices construites ensuite ont reçu des moteurs Thomson-Houston de 125 chevaux ou de Jeumont de 140 à 175 chevaux pesant 2700 kg environ. Ces divers types de moteurs sont de construction et de montage analogues.

Quel que soit son type le moteur est enfermé dans une carcasse hermétique en acier fondu, présentant des portes de visite du collecteur, des balais et de l'entrefer et des paliers, Il est composé d'un tambour induit denté tournant dans deux paliers rapportés aux extrémités de la carcasse, et d'un inducteur fixe comprenant quatre pièces polaires en tôle très courtes fixées sur le pourtour intérieur de la carcasse. Sur l'un des côtés de la carcasse (à droite sur la figure 5) sont venus de fonte en saillie deux paliers emmanchés sur l'essieu, de l'autre côté de la carcasse (à gauche sur la figure 5) se trouve une oreille par laquelle le moteur repose sur une traverse de bogie, avec interposition d'un ressort à boudin. L'induit du moteur, qui fait de 1000 à 1200 tours par minute, transmet son mouvement à l'essieu par un train d'engrenages réduisant la vitesse d'un peu plus de moitié et tournant dans un carter rempli de graisse.

Dans toutes les voitures, les bancs (en bois pour la deuxième classe et en moleskine rembourrée pour la première classe) sont disposés transversalement avec un passage au milieu. On accède dans les voitures par des portes latérales coulissantes, au nombre de deux à trois de chaque côté, débouchant sur des espaces dépourvus de siège. Sur les douze motrices de manœuvre à deux essieux, elles sont à un seul vantail de 0,72 m de largeur seulement; sur tout le matériel en service régulier, elles sont à deux vantaux et présentent une ouverture de 1,20 m de largeur. Elles sont munies d'un loquet qui, sur presque toutes les voitures, se rabat automatiquement quand on rapproche les vantaux; ce loquet est verrouillé par les conducteurs du côté de l'entrevoie.

Maintenant que nous avons vu les points communs à tout le matériel roulant, nous allons examiner les différences qui distinguent les divers types de voitures mises en service successivement.

Au point de vue des systèmes de commande des trains que nous avons tous décrits en détail dans des articles séparés (à l'exception de Sprague-Thomson qui fera l'objet d'un prochain article spécial), le matériel moteur du Métropolitain se décompose ainsi :

12 vieilles motrices de manœuvre à unité Westinghouse;

100 voitures à unités doubles Thomson-Houston [1];

100 voitures à unités multiples électropneumatiques Westinghouse [2];

22 voitures à unités multiples Sprague [3];

---

[1] *La Revue électrique*, t. III, 15 mai 1905, p. 260.
[2] *La Revue électrique*, t. IV, 15 août 1905, p. 65.
[3] *La Revue électrique*, t. IX, 15 mai 1908, p. 342.

128 voitures à unités multiples Sprague-Thomson.

Pour bien montrer l'évolution subie par le matériel roulant du Métropolitain, nous avons représenté à la même échelle, et l'un au-dessous de l'autre, les types successifs de voitures motrices d'une part et non motrices d'autre part (*fig.* 6 et 7).

L'amélioration a été surtout très grande pour le matériel moteur. La figurine I (*fig.* 6) représente les douze vieilles voitures motrices à deux essieux, écartés de 3 m seulement à cause des courbes très raides, qui n'ont que 8,25 m de longueur totale et dont la caisse de 7,80 m comporte une cabine à chaque bout avec commande à unité simple. La caisse de 2,28 m de hauteur et 1,40 m de largeur, à plafond plein, porte sur le côté de petites baies mobiles de 0,60 m de largeur et 0,20 m de hauteur pour la ventilation. Elles ne pèsent que 16,5 tonnes dont 4,5 tonnes pour le moteur. Elles ont servi au début à l'exploitation des lignes non terminées où les trains ne pouvaient pas tourner aux terminus. Elles contenaient 20 places assises et l'indication de 15 debout. Depuis 1903, elles ne sont plus utilisées que comme locomotives de manœuvre dans les dépôts et les ateliers.

Lorsque nous avons fait notre premier article en mars 1904, le service sur les lignes n°s 1 et 2 Nord était fait entièrement avec des motrices à deux essieux ayant exactement les mêmes dimensions et poids que celles représentées en I, mais avec une seule loge de mécanicien (tracé en pointillé), ce qui donnait 23 sièges assis et l'indication de 15 debout. Nous avons alors critiqué la disposition des petits châssis mobiles (par abaissement vertical) donnant des courants d'air sur la tête des voyageurs debout et ne procurant pourtant qu'une ventilation insuffisante en cas d'affluence. Nous disions que la ventilation serait bien meilleure dans des voitures à lanterneau, malheureusement difficiles à établir, vu la faible hauteur laissée disponible dans le gabarit des souterrains par les passerelles des stations (comme on le voit sur la figure 8 qui représente la coupe du souterrain).

Pour la mise en service de la ligne n° 3, en octobre 1904, on a construit pour la première fois des motrices à bogies au nombre de 90. Ces voitures représentées en III, qui ont 14 m de longueur totale et 13,35 m de longueur de caisse, reposent sur deux bogies dont les chevilles sont distantes de 9,10 m et dont leurs essieux sont écartés de 2,25 m pour le bogie moteur et 1,80 m seulement pour le bogie porteur; elles pèsent au total 26,8 tonnes dont 6 tonnes pour les deux moteurs Thomson de 140 à 175 chevaux. La caisse en bois qui repose sur un châssis en tôle par l'intermédiaire de petites cales, n'a pu être élargie au delà de la côte de 2,40 m imposée par le gabarit, et sa hauteur, à cause des bogies, se trouve un peu réduite, 2,204 m à l'extérieur, bien que le plafond se trouve à une hauteur plutôt plus forte au-dessus du rail (3,32 m de hauteur totale à l'extérieur). La voiture comporte à une de ses extrémités une loge en fer de 2,50 m de long reliée à une caisse en bois de 11,85 m, composée d'un compartiment dit *spécial* de 2,50 m de long, desservi de chaque côté par une porte avec quatre colonnes, pour voyageurs debout (indiqués pour le nombre de 20), puis d'un grand compartiment de 8,35 m de long, à 25 sièges et deux plates-formes indiquées pour 25 places debout (soit au total 50 places debout indiquées pour la voiture) et en face desquelles s'ouvrent de chaque côté une porte. Le plancher est en bois à double paroi. La ventilation n'est obtenue, comme dans les anciennes motrices à deux essieux, que par de petites baies vitrées de 0,20 m de hauteur surmontées de petits panneaux en bois de 0,10 m de hauteur, pivotant ou munies de grilles ajourées à coulisse; il n'y a pas de lanterneau; seul le compartiment spécial est bien ventilé parce qu'il porte sur les côtés des treillis métalliques à la place de vitres.

Ayant reconnu les avantages de ces voitures à bogies, on entreprit, dès la fin de 1904, la transformation en voitures à bogies des 283 motrices à deux essieux et loge unique en supprimant la cloison de cette loge et en rajoutant à côté de la caisse en bois de 8,35 m de longueur (figurine II de la figure 7), formant alors un compartiment unique à deux plates-formes et deux portes de chaque côté, à 26 sièges (et indication de 30 places debout), une loge en tôle de 2,50 m rattachée à la caisse en haut et en bas par des pattes avec un intervalle vide de 0,05 m sur le reste de la hauteur. Le tout forme

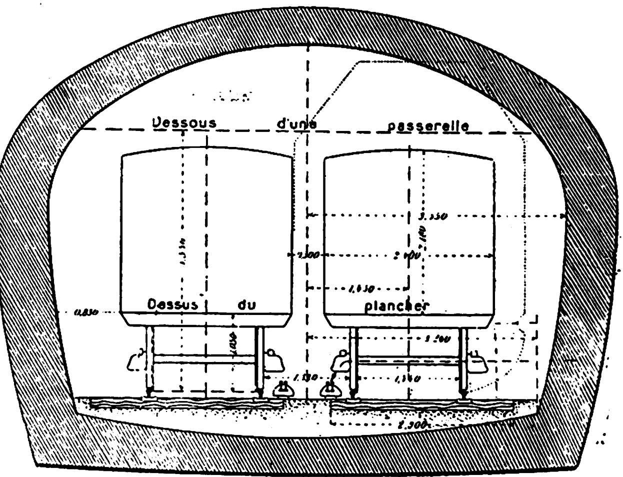


Fig. 8. — Coupe du souterrain.

une caisse nouvelle de 10,92 m de longueur totale, posée avec interposition de petites cales sur un châssis unique en tôle d'acier embouti, présentant une longueur totale de 11,630 m entre tampons. Ce châssis repose lui-même sur les pivots écartés de 6,67 m de deux bogies, l'un, moteur à essieux écartés de 2,25 m, et l'autre, porteur à essieux écartés de 1,80 m. On a reporté sur les deux essieux du bogie d'avant les deux moteurs montés primitivement sur les essieux indépendants et qui étaient soit du type Westinghouse de 100 chevaux, soit du type Thomson de 125 chevaux. Le poids total de la voiture est de 26800 kg, dont 6000 kg de moteurs et engrenages. On a donné à la cabine du mécanicien la hauteur de 2,174 m qu'avait la caisse en bois, mais on a surélevé de 0,10 m le toit de celle-ci sur presque toute sa longueur et sur les deux tiers de sa largeur par un petit lanterneau

portant, non seulement sur les côtés, mais aux deux bouts, des ouvertures de 0,07 m de hauteur, ce qui améliore d'une façon sensible la ventilation de la voiture, qui a conservé ses petits châssis mobiles de 0,20 m d'ouverture et 0,60 m de longueur, surmontés de panneaux pivotants. La caisse a ainsi 2,275 m de hauteur en son milieu, ce qui donne, pour le milieu de la voiture, une hauteur totale de 3,40 m. Le plancher est en bois à double paroi.

En 1907, la Compagnie a entrepris la construction de 60 voitures motrices ayant une caisse entièrement métallique établie avec des tôles d'acier assemblées et rivées. Cette construction est évidemment plus coûteuse de premier établissement que celles des caisses en bois, mais elle se trouvera finalement plus économique, parce qu'elle demandera bien moins d'entretien courant et de grandes réparations. En outre, elle écarte presque complètement les dangers d'incendie, car il n'y a plus, dans toutes ces voitures, d'autres pièces en bois, et encore en bois ignifugé, que les sièges, les portes, les châssis de glace et les panneaux les surmontant. Ces avantages sont tels que la Compagnie a décidé de suivre cette méthode de construction pour tout le matériel à construire ultérieurement. Ces voitures (représentées en IV, *fig.* 6) ont 14 m de longueur totale, 9,10 m d'écartement de bogies, 2,25 m d'écartement de roues motrices et 1,80 m d'écartement de roues porteuses, c'est-à-dire les mêmes dimensions de châssis que les motrices à bogies III à caisses de bois. Elles sont toutes munies de moteur Thomson de 175 chevaux et pèsent 28,5 tonnes, dont 6 tonnes de moteurs et engrenages. La caisse a également la même longueur de 13,350 m (et, bien entendu, la même largeur de 2,40 m que le gabarit empêche de dépasser), et la même division en grand compartiment à 26 places assises (au lieu de 25, parce qu'on a ajouté un siège à l'un des bouts), et deux plates-formes avec indication de 30 places debout, et un compartiment spécial de 20 places debout, mais elle a été construite avec un lanterneau en tôle, présentant sur ses quatre côtés des ouvertures de 0,09 m de hauteur qui assurent une bonne ventilation. La caisse indépendante du châssis, sur lequel elle repose par de petites cornières, se trouve à 1,125 m au-dessus du rail et mesure 2,174 m de hauteur sans le lanterneau. Les parois latérales sont munies de quatre vitres fixes de 1,20 m de largeur, c'est-à-dire doubles des anciennes, surmontées de châssis mobiles, également de 1,20 m de large et de 0,25 m de hauteur d'ouverture. Les petits panneaux en bois formant corniche, qui sont au-dessus, ne sont pas utilisés pour l'aération; ils peuvent s'ouvrir seulement en tabatière pour la visite, par le personnel des organes supérieurs de roulement des portes. Le bas des parois intérieures, au-dessous des vitres fixes, est formé de panneaux de tôle laqués blancs; les panneaux de corniche et la face intérieure de la plaque de tôle du toit et du lanterneau sont également peints en blanc, ce qui donne une grande clarté à l'intérieur du compartiment; malheureusement cette peinture laquée blanche se salit vite dans les panneaux du bas. Le plancher est constitué par une couche de 6 cm de xylolithe (sorte de ciment renfermant du carborundum), coulé sur une tôle ondulée (séparée du châssis par de petites cornières); il est très dur, incombustible et offre une surface unie, blanchâtre, facile à laver.

On a mis en service, en 1908, 188 voitures motrices ayant exactement les mêmes dimensions et la même construction que les précédentes et aussi les mêmes moteurs. Mais dans ces voitures qui constituent le type dernier et probablement définitif (et dont la coupe est représentée en V sur la figure 6), la caisse métallique, au lieu d'être indépendante du châssis, en est solidaire, c'est-à-dire que la tôle du plancher en xylolithe repose directement sur les brancards et les traverses du châssis. Ceci a permis de gagner 0,055 m sur le niveau inférieur de la caisse qui se trouve à 1,07 m seulement du rail; la hauteur gagnée ainsi en bas a été reportée en haut sur le lanterneau qui a 0,0185 m de hauteur totale et 0,016 m de hauteur d'ouverture, tout en conservant la cote de 3,40 m imposée par le gabarit pour la hauteur totale de la voiture. Dans ce grand lanterneau on a pu percer sur les quatre côtés des ouvertures de 0,16 m de hauteur qui donnent une forte ventilation. L'aération est encore augmentée dans une partie de ces voitures par l'adoption, à la place des glaces fixes et des châssis mobiles, de grands châssis équilibrés, sans aucun cadre, montant jusqu'à la corniche et pouvant être baissés directement plus ou moins en s'enfonçant à l'intérieur des panneaux du bas à double paroi, de manière à présenter une ouverture plus ou moins forte pouvant atteindre 0,35 m de hauteur. Cette disposition est surtout commode pour les lignes ayant des parties en viaduc où l'on peut fermer presque complètement les vitres en hiver et, au contraire, les ouvrir en grand en été (il est vrai qu'alors l'inconvénient du courant d'air, sur la tête des gens debout, se trouve encore accentué puisque le bas de l'ouverture se trouve à 1,35 m au-dessus du plancher au lieu de 1,50 m). Dans ces voitures les panneaux intérieurs du bas de caisse, au lieu d'être peints, sont en tôle émaillée au four de la « Société du verre étiré ».

Le matériel de remorque comporte encore 266 voitures anciennes de petites dimensions, à deux essieux, construites depuis le début jusqu'à 1903 et qui, ne pouvant être facilement transformées en voitures à bogies, ont été laissées en service sur les lignes n°s 2, 5 et 6, mais qui seront remplacées au fur et à mesure de leur usure par de grandes voitures à bogies; ces voitures (figurine VI de la figure 7), du poids de 8,50 tonnes seulement, ont 8,95 m de longueur totale; l'écartement des essieux est de 2,60 m. La caisse, entièrement en bois et séparée du châssis par des cales de 0,025 m à 8,35 m de longueur, 2,385 m de large et 2,286 m de hauteur au milieu du toit plat légèrement cintré qui la surmonte; elle se trouve à 1,024 m au-dessus du niveau du rail, ce qui donne au véhicule une hauteur totale de 3,310 m au-dessus du rail. Elle forme un seul grand compartiment avec 25 sièges et l'indication de 30 places debout, deux plates-formes et deux portes à deux vantaux de chaque côté. Toute la garniture inférieure est en frise de bois. On a cherché à augmenter un peu la ventilation de ces voitures conservées sans lanterneau en perçant des ouvertures à coulisses dans les panneaux de bois de 0,15 m de hauteur formant corniche au-dessus des châssis mobiles de 0,30 m

de hauteur. La ventilation de ces voitures reste assez médiocre.

On a construit pour l'ouverture de la ligne n° 3, en octobre 1904, 56 voitures à bogies. Ces voitures (représentées en VIII sur la figure 7) ont 13,0 m de longueur totale de châssis, 8,45 m d'écartement entre bogies, 1,80 m d'écartement d'essieux; elles pèsent 16,8 tonnes. Leur largeur, limitée par le gabarit, n'a pu être augmentée et mesure 2,40 m comme dans les voitures à deux essieux. La caisse de ces voitures, de 12,45 m de longueur, est encore en bois avec plancher en caillebottis et faux plancher; avec petits châssis vitrés de 0,20 m de hauteur et panneaux mobiles semblables à ceux des voitures de remorque à deux essieux, mais s'effaçant toujours en dessous. Le toit, qui était d'abord plein à 2,206 m au-dessus du plancher, a été ensuite soulevé par de petites cales de 0,05 m formant un tout petit lanterneau, qui augmente très légèrement le cube d'air; la hauteur de la caisse au-dessus du rail, qui est de 1,144 m sur les bords, se trouve ainsi portée à 2,256 m sur les deux tiers de sa largeur; la hauteur totale de la voiture est de 3,40 m en son milieu. Ce lanterneau minuscule ne peut améliorer d'une façon sensible la ventilation par ses petites ouvertures grillagées de 0,025 m seulement de hauteur. Ces voitures à compartiment contiennent 37 places assises; elles possèdent de chaque côté trois portes à double battant en face desquelles se trouvent trois plates-formes pour voyageurs debout (indication de 45 en deuxième classe et 30 en première classe).

Presque en même temps on a construit, pour mettre en service sur la ligne n° 1, 93 voitures neuves de remorque un peu plus petites (représentées en VII sur la figure 7), dont le châssis a 11,80 m de longueur totale entre tampons et les bogies 7 m d'écartement. On a fait emploi sur ces bogies de roues un peu plus petites que d'ordinaire, de 0,75 m seulement de diamètre, écartées de 1,50 m; cela a permis d'abaisser la hauteur du châssis et d'augmenter d'autant la hauteur de la caisse, dont le plancher à double paroi se trouve, malgré les traverses par lesquelles il repose, sur le châssis à 1,08 m seulement au-dessus du rail. On a pu donner à la caisse une hauteur de 2,205 m sans le lanterneau et de 2,38 m aux lanterneaux, tout en n'ayant que 3,40 m de hauteur totale comme dans les autres voitures. Le lanterneau en tôle qui s'étend sur presque toute la longueur de la caisse, est entièrement ouvert sur ses quatre côtés sur une hauteur de 0,09 m, donne une bonne ventilation. Les vitres fixes et les châssis coulissants ont 0,60 m de largeur, et ces derniers ont 0,20 m d'ouverture. Mais on n'a pas étendu ce type de petites roues qui s'usent plus vite que les autres. La caisse est en bois avec double plancher également en bois, mais ses angles, au lieu d'être vifs, sont arrondis, et toutes les parois jusqu'à la ceinture sont tôlées extérieurement, ce qui en augmente la solidité. Le poids total de la voiture est de 14,80 tonnes. La caisse, de 11,140 m de longueur, forme un seul grand compartiment à trois plates-formes et trois portes de chaque côté, contenant 31 places assises et l'indication de 45 places debout pour les deuxièmes classes et 30 pour les premières classes.

En 1907, on a entrepris la construction de voitures de remorque entièrement métalliques à bogies, d'un type similaire aux voitures motrices métalliques décrites plus haut. Les 36 premières, à caisse indépendante du châssis, de 12,45 m de long (représentées en IX sur la figure 7), reposent sur des bogies presque identiques à ceux des 56 remorques à caisse en bois de la ligne n° 1, mais un peu surbaissés, de sorte que la caisse est un peu plus haute (2,174 m au lieu de 2,206 m) et qu'on a pu, par une même hauteur totale de 3,40 m qu'il est impossible de dépasser, mettre un lanterneau plus haut (de 0,10 m de hauteur). Elles ont de grands châssis vitrés de 1,20 m de large (coulissants). Elles contiennent exactement le même nombre de places.

Enfin, en 1908, on a construit 91 voitures métalliques à bogies ayant la même capacité et la même longueur et largeur que les précédentes, mais avec caisse solidaire du châssis, ce qui a permis de les munir (*voir* en X de la figure 7) d'un très grand lanterneau de 0,178 m de hauteur présentant des ouvertures de 0,16 m qui donnent une très bonne ventilation. Une partie de ces dernières voitures portent comme les dernières motrices de grands châssis équilibrés de 1,20 m de largeur.

La visite périodique du matériel roulant, son entretien et sa réparation, qui se faisaient au début dans les deux ateliers de la rue des Maraîchers, près de la place de la Nation, et de la rue Pelleport, près du lac Saint Fargeau, se font en outre maintenant dans un très grand atelier à Saint-Ouen et dans un atelier plus petit à la place d'Italie.

Ch. Jacquin.

Construction de voitures légères pour les tramways de Chicago [1].

Aux États-Unis, pour les tramways, on a tendance à construire un matériel roulant aussi léger que possible. Les Boston and Northern and the Old Colony Streets Railways viennent de mettre en service 44 voitures du type dit 1909, qui pèsent environ 3000 kg de moins que celles de 1907, tout en offrant plus de places aux voyageurs.

Ces voitures ont une longueur totale, hors tampons, de 11,85 m; la caisse a 8,40 m de longueur sur 2,40 m de largeur; elle peut contenir 40 voyageurs. Elles pèsent à vide environ 19 tonnes et sont équipées de quatre moteurs. Elles sont à deux trucks avec roues d'acier de 0,85 m de diamètre.

Des tableaux comparatifs donnent le détail et le poids des pièces entrant dans la composition des deux types de voitures 1907 et 1909.

Des expériences faites avec ces deux types ont fait constater pour le type 1909 une économie de 3,66 fr par jour et par voiture dans la consommation de courant électrique, soit au total, pour les 44 nouvelles voitures mises en service, une économie annuelle d'environ 59000 fr.

(1) *Electric Railway*, 2 avril 1910.

BIBLIOGRAPHIE (¹).

Étude sur l'organisation rationnelle des usines. *Règles générales. Services techniques. Magasins. Fabrication. Service commercial. Comptabilité*, par JULES SIMONET, ingénieur des Arts et Métiers, ancien directeur d'établissements industriels. Deuxième édition. Un volume $25^{cm} \times 16^{cm}$, 202 pages. H. Dunod et Pinat, éditeurs. Prix : broché, 7,50 fr.

Dans ce très intéressant Ouvrage, l'auteur examine successivement tous les services que doit comporter une usine importante et donne, sur chacun d'entre eux, toutes les précisions utiles, avec de nombreux documents à l'appui. Il traite d'abord de l'organisation d'ensemble et des services généraux (administration, personnel, etc.); puis de chacun des services particuliers qu'il classe en cinq catégories : services techniques; magasins; fabrication; service commercial; comptabilité. Pour chacun de ces services, l'auteur traite en détail les questions primordiales d'établissement des prix de fabrication et de revient.

En 1902, la *Revue de Mécanique* avait déjà publié, du même auteur, une série de notes sur ce sujet qui n'avait jamais été traité dans cet esprit pratique. Leur succès, auprès de tous ceux qui s'occupent d'industrie mécanique, a conduit l'auteur à les développer et à les compléter dans l'Ouvrage qui vient de paraître.

Tous les ingénieurs et industriels les liront avec fruit.

Installations électriques de force et de lumière, par ADR. CURCHOD, ingénieur diplômé de l'École supérieure d'Électricité. Un volume $24^{cm} \times 16^{cm}$, 82 pages, 39 planches. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix, broché, 4,50 fr.

La caractéristique de cet Ouvrage est qu'il ne contient pas de texte : il ne contient que des planches de schémas d'installations. Comme le dit M. Janet dans la préface, « c'est un Ouvrage de praticien et fait pour les praticiens ».

« A ce titre, ajoute M. Janet, il nous a paru intéressant de le signaler et de le recommander au public électricien. Sous son apparence modeste, nous sommes persuadé qu'il ne manquera pas d'être apprécié des praticiens. C'est donc bien sincèrement que nous lui souhaitons le succès auquel il peut prétendre. »

Après une recommandation aussi autorisée, il est inutile d'insister.

La télégraphie sans fil et les ondes électriques, par BOULANGER, colonel du Génie, en retraite, et G. FERRIÉ, chef de bataillon du Génie. Un volume $21^{cm} \times 13^{cm}$, 437 pages, 255 figures, relié en percaline. Berger-Levrault et Cie, éditeur, 5, rue des Beaux-Arts. Prix : 10 fr.

Alors que la première édition, publiée en 1899, ne comprenait que 250 pages, cette nouvelle édition, la septième en comporte presque le double. C'est qu'en effet la technique de la télégraphie sans fil s'est enrichie pendant ces dix dernières années de nombreux perfectionnements auxquels le commandant Ferrié a d'ailleurs contribué pour une bonne part. Toutefois, comme il arrive dans toute industrie, les nombreux systèmes imaginés par les inventeurs de tous les pays se sont classés peu à peu et les appareils employés dans les stations radiotélégraphiques ne diffèrent plus guère les uns des autres que par des dispositions de détail. Aussi les auteurs se sont-ils efforcés, comme dans les précédentes éditions, d'éviter les développements inutiles de spéculation pure, en ne conservant que les principes théoriques indispensables. L'Ouvrage de MM. Boulanger et Ferrié reste donc le Manuel pratique par excellence de la télégraphie sans fil et sa nouvelle édition ne peut manquer de trouver un succès égal à celui des éditions précédentes.

Notions fondamentales sur la télégraphie. Du téléphone Bell aux multiples automatiques, par ALBERT TURPAIN, professeur de Physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers. Deux volumes de la *Bibliothèque de l'élève-ingénieur*, $25^{cm} \times 16^{cm}$, de 180 et 186 pages. Gauthier-Villars, à Paris, et Jules Rey, à Grenoble, éditeurs. Prix de chaque volume : broché, 5 fr.

Nos lecteurs n'ont certainement pas oublié les deux séries d'articles sur la Télégraphie et sur la Téléphonie publiés dans ce journal en 1908 et 1909 par M. Turpain. Ce sont ces articles, complétés sur certains points, qui forment la matière des deux Ouvrages qui viennent de paraître et que nous nous bornons à signaler en raison même de leur origine.

Die elektrochemischen Patentschriften der vereinigten Staaten von Amerika, par le Dr P. FERCHLAND, Patentanwalt à Berlin. Un volume $25^{cm} \times 16^{cm}$, 204 pages, 352 figures. Wilhelm Knapp, éditeur, à Halle a. S. Prix : broché, 12 mark.

En raison du nombre énorme des brevets concernant l'Électrochimie qui ont été accordés aux États pendant ces trente dernières années, il ne pouvait être question de faire tenir en un seul Volume les résumés, si concis qu'ils soient, de ces brevets. Aussi l'auteur a-t-il dû se borner à ne parler dans ce premier Volume que des brevets relatifs aux procédés et appareils électrothermiques en utilisant la décharge électrique dans les gaz.

Cet Ouvrage, qui forme le 33e Volume de l'importante publication des *Monographien über angewandte Elek-*

(¹) Il est donné une analyse bibliographique de tout Ouvrage dont *deux* exemplaires sont adressés à la Rédaction.

trochemie, sera très apprécié des inventeurs qu'ils dispenseront de recherches fort laborieuses dans les volumineuses publications du Patent Office des États-Unis.

Direct and Alternating Current Testing, par Frederick BEDELL, professeur d'Électricité appliquée à l'Université Cornell, avec la collaboration de Clarence A. PIERCE. Un volume $24^{cm} \times 15^{cm}$, 265 pages avec figures. Constable and C°, éditeur, 10 Orange street, Leicester square, Londres. Prix : cartonné, 8 sh.

La connaissance des nombreuses méthodes utilisées dans les essais de machines électriques ne peut nécessairement s'acquérir qu'au laboratoire. Aussi toutes les écoles techniques ont-elles prévu, dans leurs horaires, un temps relativement considérable pour les essais de machines. Toutefois, il faut convenir que le laboratoire, si grand que soit son rôle dans l'enseignement des sciences, ne saurait dispenser de l'enseignement livresque; il faut en effet que l'expérimentateur sache bien, avant de commencer un essai, pour n'y pas perdre un temps précieux, quels sont les principes qu'il applique, les instruments qu'il lui faut employer et les points sur lesquels il doit porter son attention. Pour cela il lui faut un guide et, comme le professeur ne peut matériellement servir de guide, le livre devient nécessaire.

Mais encore est-il indispensable que le livre soit écrit spécialement dans ce but, et jusqu'ici il semble qu'il y ait eu chez les auteurs d'Ouvrages de ce genre quelque hésitation sur la façon dont le sujet doit être présenté. A ce point de vue le mode d'exposition adopté par M. Bedell nous paraît particulièrement recommandable. La nature de l'essai étant tout d'abord nettement indiquée, M. Bedell donne ensuite quelques indications générales sur l'appareil qui doit être essayé et sur les résultats qu'on se propose d'obtenir; puis il décrit, plus ou moins complètement suivant la difficulté du sujet, le mode opératoire qu'il convient d'adopter; enfin, dans un ou plusieurs appendices, il expose les remarques et les calculs qui sont utiles pour la conduite et la compréhension des opérations.

Un autre point de l'Ouvrage est à signaler: c'est qu'au lieu de multiplier les exemples, l'auteur les a au contraire réduits au strict nécessaire. L'Ouvrage ne renferme en effet que 14 exemples d'essais, bien qu'il comprenne tous les genres d'essais industriels (dynamos, alternateurs, transformateurs, changeurs de phases, etc.). Mais chacun des exemples est choisi avec soin, de telle sorte qu'il puisse servir de type.

Aussi croyons-nous que, quoique les Ouvrages de même genre ne fassent pas défaut en France, celui de M. Bedell rendra service aux élèves de nos écoles pratiques et sera lu avec fruit par les professeurs chargés de guider les exercices de laboratoire.

La mesure du débit dans les essais de turbines hydrauliques, par E.-F. COTE, directeur de la *Houille blanche*, avec la collaboration de H. BELLET, secrétaire de la *Houille blanche*. Un volume $24^{cm} \times 16^{cm}$, 75 pages, 32 figures. A. Gratier et J. Rey, éditeurs, à Grenoble.

Cet Ouvrage est la reproduction d'une conférence faite par M. Côte, à la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon. Il débute par une préface, où le savant directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, M. Barbillion, fait ressortir l'intérêt que présente pour les propriétaires d'usines hydro-électriques la mesure exacte du rendement des turbines. Puis M. Côte indique quels procédés conviennent pour effectuer une telle mesure. Il termine en décrivant les quelques laboratoires d'essais qui ont été récemment installés en vue de déterminer le rendement desturbines.

Manuel pratique des principaux droits et impôts frappant les Sociétés industrielles et financières, par Paul BOUGAULT, avocat à la Cour d'appel de Lyon. Un volume $25^{cm} \times 16^{cm}$, 204 pages. A. Gratier et J. Rey, éditeurs, à Grenoble. Prix : broché, 8 fr.

C'est à la demande de plusieurs industriels (administrateurs-délégués, directeurs, ingénieurs, comptables) désireux de se rendre un compte exact de ce qu'ils ont à payer au fisc que ce Manuel a été écrit. Aussi est-ce avant tout un Manuel *pratique*, destiné à être compris par des personnes peu versées dans la connaissance du droit, que M. Bougault a voulu rédiger. La grande compétence que s'est acquise l'auteur dans toutes les questions de Droit commercial et industriel lui permettait de mener à bonne fin une tâche aussi malaisée, et c'est certainement toujours avec fruit que les industriels consulteront le Manuel qui nous occupe.

Les sociétés de distribution de gaz et d'électricité, dont l'auteur s'est spécialement occupé dans différents Ouvrages, y trouveront un Chapitre écrit uniquement à leur intention.

Dictionary of Chemical and Metallurgical Material. — Un volume $19^{cm} \times 12^{cm}$, 182 pages. Édité par *Electrochemical and Metallurgical Industry*, 239 west 39 th street, New-York.

C'est à la fois un dictionnaire technique et commercial. Il est technique, car il donne les significations des mots utilisés en Électrochimie et en Métallurgie; il est commercial, car à la suite de chaque définition se trouvent indiquées les maisons qui fabriquent ou vendent les matières, objets, appareils ou instruments dont il est question.

Il est bien évident que ces dernières indications constituent une réclame pour les maisons qui insèrent des annonces dans le journal *Electrochemical and Metallurgical Industry*, ces maisons étant seules mentionnées. Mais le lecteur n'a pas à se plaindre de cette combinaison, puisque, s'il est acheteur, il trouve alors immédiatement sans avoir à rechercher plus loin les adresses des fournisseurs.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

ÉLECTROCULTURE.

Recherches sur l'électroculture (1).

Les auteurs rappellent les expériences de Lemström, qui disposait au-dessus des plantes un réseau relié au pôle positif d'une machine électrique, l'autre pôle étant relié à la terre. Ils citent encore les travaux de Lodge et Newmann, Breslauer (2).

La maison Siemens et Halske installa également en 1909 des dispositifs d'électroculture à l'Institut agricole de l'empereur Guillaume, ainsi qu'au champ d'essais de Bromberg.

Le champ d'expériences de l'Institut, d'une superficie de 5 hectares, avait produit , en 1908, des pommes de terre, puis de l'avoine. Il a été divisé en 18 parts de 1000 m² chacune. Douze parts étaient soumises aux actions électriques pendant que les six autres, éloignées des premières d'environ 100 m, n'étaient pas influencées et servaient de contrôle.

Toutes les parts ont reçu comme engrais, par hectare, 80 kg de potasse et 70 kg d'acide phosphorique dissous dans l'eau. Quelques-unes recevaient en outre 30 kg d'azote nitrique pendant que d'autres étaient arrosées de 90 mm d'eau.

Les essais étaient exécutés de la manière suivante :

1° Champ d'essais soumis à l'électricité statique à haute tension (*a* réseau chargé positivement, *b* réseau chargé négativement);

2° Champ d'essais soumis au courant alternatif à haute tension (monophasé).

L'électricité statique à haute tension était produite par deux machines à influence actionnées par courroie à l'aide de moteurs à courant continu. Le courant alternatif monophasé était obtenu à l'aide d'un moteur à courant continu directement accouplé à un alternateur monophasé à basse tension. Un transformateur élevait cette tension à la valeur utilisable.

Le réseau étendu au-dessus des parts de terrain consistait en un cadre extérieur en fil de fer galvanisé suspendu sur des poteaux en bois par l'intermédiaire d'isolateurs. Transversalement, des fils plus minces également en fils de fer galvanisé étaient tendus et fixés au cadre. La hauteur de ce réseau au-dessus du sol était de 6 m.

La station primaire comprenait un moteur à essence de 4 chevaux actionnant par courroie la dynamo à courant continu. Ce courant à basse tension partant du tableau arrivait à la station secondaire éloignée de 400 m. Cette station secondaire était divisée en trois parties : dans la plus grande se trouvait le moteur-générateur produisant le courant alternatif monophasé dont le transformateur élevait la tension à 20 000 volts.

Les deux autres salles de la station comprenaient chacune une machine à influence actionnée par un moteur. Pour l'une d'elles, le pôle positif était relié au réseau et le pôle négatif, à la terre. Pour l'autre, la disposition était inverse. La tension atteignait ici en moyenne 30 000 volts pour une puissance utilisable de 30 watts.

Le terrain A soumis au courant alternatif monophasé avait une surface de 6136 m². Les terrains B et C soumis à l'électricité statique mesuraient 3068 m² chacun. Le réseau tendu au-dessus de B était chargé positivement; celui de C négativement.

La tension moyenne du réseau de A atteignait 20 000 volts et celle de B et C 30 000 volts. L'énergie électrique dépensée, mesurée à la station secondaire était de 770 volt-ampères pour A et de 30 watts pour B ainsi que pour C.

L'avoine commençait à lever le 20 avril. Son développement était normal jusqu'à une période de sécheresse qui l'arrêtait dans les parties non arrosées. L'influence électrique durait 45 jours; elle était ininterrompue jour et nuit pendant tout ce temps. Pendant la durée de la végétation, aucune différence ne se manifestait à l'œil entre les parties électrisées et les autres. Par contre, les parties qui avaient reçu un engrais azoté se distinguaient par une couleur plus sombre de la plante, dont la sécheresse empêchait le développement normal. L'arrosage donnait des résultats très favorables.

La moisson, effectuée les 17 et 18 août, montrait les résultats suivants :

	Quintaux par hectare.	
	Grain.	Paille.
Avec arrosage et engrais azoté.		
Sans traitement électrique (moyenne des parties 1 et 6)	29,61	29,75
Avec électricité statique :		
1. réseau positif (partie B 1)	29,22	30,14
2. réseau négatif (partie C 6)	29,64	31,53
Avec courant alternatif (moyennes des parties A 1 et 6)	27,66	28,99
Sans arrosage, avec engrais azoté.		
Sans traitement électrique (moyenne des parties 2 et 4)	21,45	19,97
Avec électricité statique :		
1. réseau positif (partie B 2)	22,73	21,14
2. réseau négatif (partie C 4)	21,74	19,28
Avec courant alternatif (moyenne des parties A 2 et 4)	20,74	18,46
Sans arrosage et sans engrais azoté.		
Sans traitement électrique (moyenne des parties 2 et 4)	20,57	16,96
Avec électricité statique :		
1. réseau positif (partie B 3)	20,61	20,49
2. réseau négatif (partie C 5)	18,71	16,59
Avec courant alternatif (moyenne des parties A 3 et 5)	19,10	17,50

(1) GERLACH et G. ERLWEIN, *Elektrochemische Zeitschrift*, t. XVII, mai, juin 1910, p. 31 et 66.

(2) Voir *La Revue électrique*, t. XIII, p. 262.

Ces chiffres montrent que le traitement électrique n'a pas augmenté le rendement. Les dépenses totales du traitement électrique sont de 1415 francs par hectare, avec le courant alternatif et de 1062 francs par hectare avec l'électricité statique. Ces prix, qui pourront être réduits dans l'avenir, resteront néanmoins assez élevés pour qu'une augmentation sensible de rendement soit nécessaire pour les couvrir.

Les essais furent poursuivis sous une forme un peu différente. En automne, les réseaux furent abaissés et placés à 1,5 m du sol. On ensemença avec du seigle et l'on mit les mêmes engrais que pour l'avoine. Le traitement électrique commença aussitôt après l'ensemencement. Dans toutes les parties, le seigle s'est développé normalement et jusqu'ici aucune différence ne se constate en apparence entre les parties traitées électriquement et les autres.

Une deuxième série d'essais a été entreprise dans le courant de l'été dernier au champ d'expériences de Bromberg. On utilisait ici directement le courant continu à basse tension de la station centrale de tramways. Le champ était divisé en 7 parties de 200 m² placées en bande les unes à la suite des autres; 4 parties servaient de contrôle, les 3 autres étant soumises à l'action électrique de la façon suivante : sur les côtés du champ, on enfonçait verticalement des plaques de fer de 20 m de longueur, 30 cm de largeur et 2 mm d'épaisseur. Le courant traversait ainsi chacune des parties d'essais de 10 m de largeur.

Les mesures indiquaient une tension de 6 volts et une intensité de 0,4 ampère (parties 1 et 2) et 0,2 ampère (partie 3). Chacune des 7 parties était cultivée moitié en pommes de terre, moitié en orge.

Comme engrais on prenait, par hectare, 100 kg de potasse, 90 kg d'acide phosphorique et 35 kg d'azote nitrique pour l'orge. Pour les pommes de terre, on employait par hectare 100 kg de potasse, 90 kg d'acide phosphorique et dans certaines parties 45 kg d'azote.

Trois des champs d'orge étaient en outre arrosés de 120 mm d'eau. On faisait passer le courant d'une manière ininterrompue, jour et nuit, depuis le mois d'avril, jusqu'à la moisson, soit jusqu'au 2 août pour l'orge et jusqu'au 24 septembre pour les pommes de terre. Les résultats obtenus ont été les suivants :

	Quintaux par hectare. Grain.	Paille.
Orge sans arrosage.		
Sans traitement électrique	44,39	63,29
Avec » »	45,57	58,38
Avec arrosage.		
Sans traitement électrique	50,94	76,03
Avec » »	50,09	64,46

	Quintaux par hectare de pommes de terre.
Pommes de terre sans engrais azoté.	
Sans traitement électrique	274,60
Avec » »	282,80
Avec engrais azoté.	
Sans traitement électrique	262,50
Avec » »	255,75

Il résulte de ces essais que le traitement électrique n'a pas eu d'influence.

Les dépenses du traitement électrique ont été de 346 fr par hectare pour l'orge et de 375 fr pour les pommes de terre.

Cette année, les essais se poursuivent à l'Institut impérial.

On peut calculer les dépenses du traitement dans les deux cas suivants :

a. On reçoit d'une centrale le courant alternatif directement à haute tension, 60 000 volts.

b. On reçoit d'une centrale le courant alternatif à 5000 volts et l'on élève la tension à 60 000 volts à l'aide d'un transformateur.

Dans le cas *a*, en supposant une puissance de 5 kilowatts pour 10 hectares, une marche ininterrompue, jour et nuit, de 45 jours et un prix de 12,5 c par kilowatt-heure, on arrive à une dépense totale de 123,75 fr par hectare, y compris l'amortissement et l'intérêt de toute l'installation électrique. Avec un prix de 6,25 c par kilowatt-heure, la dépense totale descendrait à 90 fr par hectare. En supposant qu'il suffise de 10 heures par jour d'électrisation, au lieu de 24, les dépenses seraient respectivement de 95 fr et de 75 fr par hectare en comptant le kilowatt-heure à 12,5 c et à 6,25 c.

Dans les mêmes conditions, le cas *b* donnerait, pour une électrisation de 24 heures par jour une dépense totale de 180 fr et de 146,25 fr par hectare, suivant que le prix du kilowatt-heure serait de 12,5 c ou de 6,25 c. Avec une électrisation de 10 heures par jour ces valeurs deviendraient respectivement 152,5 fr et 132,5 fr par hectare. L. J.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret du Ministre des Affaires étrangères portant promulgation de la convention internationale sur l'interdiction du travail de nuit des femmes employées dans l'industrie, signée à Berne le 26 septembre 1906.

Le Président de la République française,

Sur la proposition du Ministre des Affaires étrangères et du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Le Sénat et la Chambre des Députés ayant approuvé la convention internationale sur l'interdiction du travail de nuit des femmes employées dans l'industrie, signée à Berne, le 26 septembre 1906, entre la France, l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la Grande-Bretagne, l'Italie, le Luxembourg, les Pays-Bas, le Portugal, la Suède et la Suisse; les ratifications de cet acte ayant été déposées à Berne par la France, l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la Belgique, la Grande-Bretagne, l'Italie, le Luxembourg, les Pays-Bas, le Portugal, la Suède et la Suisse; la France ayant adhéré à ladite convention, en ce qui concerne l'Algérie, le 26 mars 1909, et la Tunisie, le 15 janvier 1910; la Grande-Bretagne ayant adhéré, le 21 février 1908, en ce qui concerne les colonies et protectorats suivants : Ceylan, Fidji, Gibraltar, Côte-d'Or, îles Leevard, Nouvelle-Zélande, Nigeria du Nord, Trinité, protectorats d'Ouganda, ladite convention dont la teneur suit recevra sa pleine et entière exécution :



Convention internationale sur l'interdiction du travail de nuit des femmes employées dans l'industrie.

S. M. l'empereur d'Allemagne, roi de Prusse; S. M. l'empereur d'Autriche, roi de Bohême, etc., et roi apostolique de Hongrie; S. M. le roi des Belges; S. M. le roi de Danemark; S. M. le roi d'Espagne; le Président de la République française; S. M. le roi du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande et des possessions britanniques au delà des mers, empereur des Indes; S. M. le roi d'Italie; S. A. R. le grand-duc de Luxembourg, duc de Nassau; S. M. la reine des Pays-Bas; S. M. le roi de Portugal et des Algarves, etc.; S. M. le roi de Suède; le Conseil fédéral suisse,

Désirant faciliter le développement de la protection ouvrière par l'adoption de dispositions communes,

Ont résolu de conclure à cet effet une convention concernant le travail de nuit des femmes employées dans l'industrie, et ont nommé pour leurs plénipotentiaires, savoir :

S. M. l'empereur d'Allemagne, roi de Prusse :

S. Exc. M. Alfred de Bülow, son chambellan et conseiller intime actuel, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire à Berne,

M. Caspar, directeur à l'office de l'intérieur de l'empire,

M. Frick, conseiller intime supérieur de gouvernement et conseiller rapporteur au Ministère prussien du Commerce et de l'Industrie,

M. Eckardt, conseiller de légation actuel et conseiller rapporteur à l'office des Affaires étrangères de l'empire;

S. M. l'empereur d'Autriche, roi de Bohême, etc., et roi apostolique de Hongrie :

Pour l'Autriche et pour la Hongrie : S. Exc. M. le baron Heidler de Egeregg et Syrgenstein, son conseiller intime actuel, envoyé extraordinaire et Ministre plénipotentiaire à Berne;

Pour l'Autriche : M. le docteur Franz Müller, conseiller ministériel au Ministère impérial et royal du Commerce;

Pour la Hongrie : M. Nicolas Gerster, inspecteur supérieur d'industrie royal hongrois;

S. M. le roi des Belges :

S. Exc. M. Maurice Michotte de Welle, envoyé extraordinaire et Ministre plénipotentiaire à Berne,

M. Jean Dubois, directeur général de l'office du travail au Ministère de l'Industrie et du Travail;

S. M. le roi de Danemark :

M. Henrik Vedel, chef de bureau au Ministère de l'Intérieur;

S. M. le roi d'Espagne :

M. Bernardo Almeida y Herreros, chargé d'affaires à Berne;

Le Président de la République française :

S. Exc. M. Paul Révoil, ambassadeur à Berne,

M. Arthur Fontaine, directeur du travail au Ministère du Commerce, de l'Industrie et du Travail;

S. M. le roi du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande et des possessions britanniques au delà des mers, empereur des Indes :

M. Herbert Samuel, membre du Parlement, sous-secrétaire d'État parlementaire au Ministère de l'Intérieur,

M. Malcolm Delevingne, du Ministère de l'Intérieur;

S. M. le roi d'Italie :

S. Exc. M. le comte Roberto Magliano di Villar San Marco, envoyé extraordinaire et Ministre plénipotentiaire à Berne,

M. le professeur Giovanni Montemartini, directeur de l'Office du Travail près le Ministère royal de l'Agriculture et du Commerce;

S. A. R. le grand-duc de Luxembourg, duc de Nassau :

M. Henri Neuman, conseiller d'État;

S. M. la reine des Pays-Bas :

M. le comte de Rechteren Limpurg Almelo, son chambellan, Ministre résident à Berne,

M. le docteur L. H. W. Regout, membre de la première Chambre des États généraux;

S. M. le roi de Portugal et des Algarves, etc. :

S. Exc. M. Alberto d'Oliveira, envoyé extraordinaire et Ministre plénipotentiaire à Berne;

S. M. le roi de Suède :

M. Alfred de Lagerheim, ancien ministre des Affaires étrangères, directeur général et chef du Collège royal du Commerce;

Le Conseil fédéral suisse :

M. Émile Frey, ancien conseiller fédéral,

M. le docteur Franz Kaufmann, chef de la division de l'Industrie au département fédéral du Commerce, de l'Industrie et de l'Agriculture,

M. Adrien Lachenal, ancien conseiller fédéral, député au Conseil des États,

M. Joseph Schobinger, conseiller national,

M. Henri Scherrer, conseiller national,

M. John Syz, président de l'Association suisse des filateurs, tisserands et retordeurs.

Lesquels, après s'être communiqué leurs pleins pouvoirs, trouvés en bonne et due forme, ont successivement discuté et adopté les dispositions suivantes :

Article premier. — Le travail industriel de nuit sera interdit à toutes les femmes, sans distinction d'âge, sous réserve des exceptions prévues ci-après.

La présente convention s'applique à toutes les entreprises industrielles où sont employés plus de dix ouvriers et ouvrières; elle ne s'applique en aucun cas aux entreprises où ne sont employés que les membres de la famille.

A chacun des États contractant incombe le soin de définir ce qu'il faut entendre par entreprises industrielles. Parmi celles-ci seront en tout cas comprises les mines et carrières, ainsi que les industries de fabrication et de transformation des matières; la législation nationale précisera sur ce dernier point la limite entre l'industrie, d'une part, l'agriculture et le commerce, d'autre part.

Art. 2. — Le repos de nuit visé à l'article précédent aura une durée minimum de 11 heures consécutives; dans ces 11 heures, quelle que soit la législation de chaque État, devra être compris l'intervalle de 10 h du soir à 5 h du matin.

Toutefois, dans les États où le travail de nuit des femmes adultes employées dans l'industrie n'est pas encore réglementé, la durée du repos ininterrompu pourra, à titre transitoire et pour une période de trois ans au plus, être limitée à 10 heures.

Art. 3. — L'interdiction du travail de nuit pourra être levée :

1° En cas de force majeure, lorsque dans une entreprise se produit une interruption d'exploitation impossible à prévoir et n'ayant pas un caractère périodique;

2° Dans le cas où le travail s'applique soit à des matières premières, soit à des matières en élaboration, qui seraient susceptibles d'altération très rapide, lorsque cela est nécessaire pour sauver ces matières d'une perte inévitable.

Art. 4. — Dans les industries soumises à l'influence des saisons, et en cas de circonstances exceptionnelles pour toute entreprise, la durée du repos ininterrompu de nuit pourra être réduite à 10 heures, 60 jours par an.

Art. 5. — A chacun des États contractants incombe le soin de prendre les mesures administratives qui seraient nécessaires pour assurer sur son territoire la stricte exécution des dispositions de la présente convention.

Les gouvernements se communiqueront par la voie diplomatique les lois et règlements sur la matière de la présente convention qui sont ou seront en vigueur dans leur pays, ainsi que les rapports périodiques concernant l'application de ces lois et règlements.

Art. 6. — Les dispositions de la présente convention ne seront applicables à une colonie, possession ou protectorat que dans le cas où une notification à cet effet serait donnée en son nom au Conseil fédéral suisse par le gouvernement métropolitain.

Celui-ci, en notifiant l'adhésion d'une colonie, possession ou protectorat, pourra déclarer que la convention ne s'appliquera pas à telles catégories de travaux indigènes dont la surveillance serait impossible.

Art. 7. — Dans les États hors d'Europe, ainsi que dans les colonies, possessions ou protectorats, lorsque le climat ou la condition des populations indigènes l'exigeront, la durée du repos ininterrompu de nuit pourra être inférieure aux minima fixés par la présente convention, à la condition que des repos compensateurs soient accordés pendant le jour.

Art. 8. — La présente convention sera ratifiée et les ratifications en seront déposées le 31 décembre 1908 au plus tard auprès du Conseil fédéral suisse.

Il sera dressé de ce dépôt un procès-verbal, dont une copie, certifiée conforme, sera remise par la voie diplomatique à chacun des États contractants.

La présente convention entrera en vigueur deux ans après la clôture du procès-verbal de dépôt.

Le délai de mise en vigueur est porté de deux à dix ans :

1° Pour les fabriques de sucre brut de betterave;

2° Pour le peignage et la filature de la laine;

3° Pour les travaux au jour des exploitations minières, lorsque ces travaux sont arrêtés annuellement, quatre mois au moins, par des influences climatériques.

Art. 9. — Les États non signataires de la présente convention sont admis à déclarer leur adhésion par un acte adressé au Conseil fédéral suisse, qui le fera connaître à chacun des autres États contractants.

Art. 10. — Les délais prévus par l'article 8 pour la mise en vigueur de la présente convention partiront, pour les États non signataires, ainsi que pour les colonies, possessions ou protectorats, de la date de leur adhésion.

Art. 11. — La présente convention ne pourra pas être dénoncée, soit par les États signataires, soit par les États, colonies, possessions ou protectorats qui adhéreraient ultérieurement, avant l'expiration d'un délai de douze ans à partir de la clôture du procès-verbal de dépôt des ratifications.

Elle pourra ensuite être dénoncée d'année en année.

La dénonciation n'aura d'effet qu'un an après qu'elle aura été adressée par écrit au Conseil fédéral suisse par le gouvernement intéressé, ou, s'il s'agit d'une colonie, possession ou protectorat, par le gouvernement métropolitain; le Conseil fédéral la communiquera immédiatement au gouvernement de chacun des autres États contractants.

La dénonciation n'aura d'effet qu'à l'égard de l'État, colonie, possession ou protectorat au nom de qui elle aura été adressée.

En foi de quoi, les plénipotentiaires ont signé la présente convention.

Fait à Berne, le 26 septembre 1906, en un seul exemplaire, qui demeurera déposé aux archives de la Confédération suisse et dont une copie, certifiée conforme, sera remise par la voie diplomatique à chacun des États contractants :

Pour l'Allemagne :
(*L. S.*) V. Bülow.
(*L. S.*) Caspar.
(*L. S.*) Frick.
(*L. S.*) Eckardt.

Pour l'Autriche et pour la Hongrie :
(*L. S.*) Baron Heidler-Egeregg, Ministre d'Autriche-Hongrie, à Berne.

Pour l'Autriche :
(*L. S.*) Muller.

Pour la Hongrie :
(*L. S.*) Nicolas Gerster.

Pour la Belgique :
(*L. S.*) M. Michotte de Welle.
(*L .S.*) J. Dubois.

Pour le Danemark :
(*L. S.*) H. Vedel (sous réserve de la déclaration, faite en séance plénière de la Conférence, le 27 septembre 1906, quant à l'article 8).

Pour l'Espagne :
(*L. S.*) Bernado Alméida y Herreros.

Pour la France :
(*L. S.*) Révoil.
(*L. S.*) Arthur Fontaine.

Pour la Grande-Bretagne :
(*L. S.*) Herbert Samuel.
(*L. S.*) Malcolm Delevingne.

Pour l'Italie :
(*L. S.*) R. Magliano.
(*L. S.*) G. Montemartini.

Pour le Luxembourg :
(*L. S.*) H. Neuman.

Pour les Pays-Bas :
(*L. S.*) Rechteren.
(*L. S.*) L. H. W. Regout.

Pour le Portugal :
(*L. S.*) Alberto d'Oliveira.

Pour la Suède :
(*L. S.*) Alfred Algerheim.

Pour la Suisse :
(*L. S.*) Émile Frey.
(*L. S.*) F. Kaufmann.
(*L. S.*) A. Lachenal.
(*L. S.*) Schobinger.
(*L. S.*) H. Scherrer.
(*L. S.*) John Syz.

Art. 2. — Le Ministre des Affaires étrangères et le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait à Rambouillet, le 13 septembre 1910.

A. Fallières.

Par le Président de la République :
Le Ministre des Affaires étrangères,
S. Pichon.
Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
René Viviani.

(*Journal officiel* du 17 septembre 1910.)

Décret du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale nommant le Directeur de l'Office national des retraites ouvrières et paysannes.

Le Président de la République française,

Vu le décret du 16 juillet 1910, portant création de l'Office national des retraites ouvrières et paysannes;

Sur le rapport du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Décrète :

Article premier. — M. Brice (Jean-Marie-Hubert), chef de bureau au Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale, est nommé directeur de l'Office national des retraites ouvrières et paysannes.

Art. 2. — Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Bordeaux, le 18 septembre 1910.

A. Fallières.

Par le Président de la République :
Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, chargé, par intérim, du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale,
Gaston Doumergue.

(*Journal officiel* du 20 septembre 1910.)



CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société générale du gaz, d'eau et d'électricité.* Assemblée ordinaire le 30 septembre, 2 h. 30 m., 8, rue Pillet-Will, Paris.

Société monégasque d'Électricité. Assemblée le 29 septembre, 2 h. 30 m., 21, rue de Londres, Paris.

Énergie électrique du Sud-Ouest. Assemblée extraordinaire le 20 septembre, 11 h., 92, rue de la Victoire, Paris.

Départementale électrique. Assemblée ordinaire le 28 septembre, 3 h., hôtel de l'Europe, à Lille (Nord).

Nouvelles Sociétés. — *Société en commandite des forces motrices d'Escoute-Penne (Lot-et-Garonne).* Siège social à Penne (Lot-et-Garonne). Durée : 40 ans. Capital : 300 000 fr.

Énergie électrique charentaise. Siège social : 15, boulevard Pasteur, à Angoulême. Durée : 40 ans. Capital : 530 000 fr.

Société anonyme d'électricité de Pont-à-Bucy (Aisne). Durée : 40 ans. Capital : 400 000 fr.

Compagnie électrique de Bourgogne. Siège social : Tart-le-Bas (Côte-d'Or). Durée : 30 ans. Capital : 750 000 fr.

Société française d'exploitations électriques. Siège social : 54, rue de l'Hôtel-de-Ville, à Lyon (Rhône). Durée : 50 ans. Capital : 340 000 fr.

Société électrique de Septeuil, Dammartin et extensions. Siège social à Septeuil. Capital : 70 000 fr. Constituée le 28 juillet 1910.

Société électrique d'Auberchicourt. Siège social à Auberchicourt (Nord). Durée : 30 ans. Capital : 30 000 fr.

Société des forces motrices du Haut-Grésivaudan. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration, à l'Assemblée générale ordinaire du 30 avril 1910, nous extrayons ce qui suit : Les recettes de l'exercice 1909 ont atteint 468 131fr,38, dont 462 075fr,40 provenant uniquement de l'exploitation proprement dite de nos concessions ; la plus-value sur l'exercice précédent est donc de 21 642fr,65.

Années.	Nombre d'abonnés.	Nombre de lampes. Au compteur.	A forfait.	Total.	Arcs.	Force motrice. Nombre de chevaux.	Recettes d'éclairage et de force.
							fr
1898.	471	4 986	1114	6 100	54	20	61 797,92 (1)
1899.	565	6 710	1578	7 288	53	21,5	89 970,37 (2)
1900	753	7 198	1990	9 189	57	87 2/3	115 695,76 (2)
1901.	1081	9 368	2644	12 012	53	437 2/3	162 055,81 (2)
1902.	1295	10 836	2994	13 830	53	518 2/3	209 692,32 (2)
1903.	2402	12 754	4239	16 993	54	601	253 468,16 (2)
1904	2737	14 353	4299	18 652	54	657	291 171,50 (2)
1905.	3076	14 784	5583	20 367	54	798 1/2	321 819,60 (2)
1906.	3515	16 352	6059	22 411	44	1052	361 657,75 (2)
1907	3732	16 698	7439	24 137	44	1088	393 122,80 (2)
1908.	4053	17 817	8457	26 318	44	1080	429 146,90 (2)
1909.	4793	19 493	9416	28 909	48	1110 1/4	450 093,50 (2)

(1) Pendant 9 mois, du 28 mars au 31 décembre 1898.
(2) Les chiffres de cette colonne comprennent les recettes de l'éclairage et de la force motrice seulement.

SITUATION AU 1er JANVIER 1910.

Actif.

	fr
Frais de premier établissement	1 »
Concessions	83 000 »
Bréda	1 453 675,16
Cernon	453 478,20
Carbure	5 000 »
Usine de Bens	371 750,30
Usine du Carre	100 000 »
Lignes primaires	500 000 »
Lignes secondaires	199 623,12
Transformateurs	95 000 »
Matériel	20 000 »
Mobilier	2 000 »
Magasin	30 696,45
Compteurs	20 000 »
Cautionnements	45 522,35
Caisse	10 924,50
Débiteurs divers	248 508,43
Installation des bâtiments communaux	14 000 »
» gratuite	23 783,62
Primes de remboursement	23 845,60
	3 700 808,73

Passif.

Capital actions	2 000 000 »
Capital obligations	806 000 »
Réserve légale	42 321,43
Réserve extraordinaire	80 000 »
Créanciers divers	570 679,20
Obligations amorties restant à rembourser	8 000 »
Coupons obligations à payer	9 406,65
Dividende	146 098,30
Réserve pour remboursement de 75 obligations à amortir	37 500 »
Résultat d'exercice à reporter	803,15
	3 700 808,73

COMPTE DE FRAIS GÉNÉRAUX ET DE PROFITS ET PERTES.

Frais généraux.

Appointements, salaires, gratifications, etc.	77 457,95
Frais d'exploitation et divers	80 670 »
Réparation et entretien	29 115,10
Intérêts des obligations	35 052,70
Total	213 295,75
Balance : bénéfice d'exploitation	254 835,63
	468 131,38

Recettes.

Éclairage public	28 124,45
Éclairage particulier	296 465,10
Force motrice	125 503,95
Location d'appareils	462 075,40
Bonis divers et intérêts	6 055,98
	468 131,38

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique.

Dates.	Cuivre « Standard ». £	sh	d	Cuivre électrolytique. £	sh	d
12 septembre 1910.	55	7	6	58	»	»
13 » » .	55	5	»	58	»	»
14 » » .	55	5	»	58	»	»
15 » » .	55	5	»	58	»	»
16 » » .	55	»	»	57	15	»
19 » » .	54	15	»	57	15	»
20 » » .	54	17	6	57	15	»
21 » » .	54	17	6	57	15	»
22 » » .	55	»	»	57	15	»
23 » » .	55	2	6	57	15	»

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

Avis commerciaux. — RAPPORTS COMMERCIAUX DES AGENTS DIPLOMATIQUES ET CONSULAIRES DE FRANCE [1]. — N° 898 *Allemagne.* — Aperçu de l'activité économique de l'Est allemand. — Relations commerciales avec la France.

N° 899. *Autriche-Hongrie.* — Mouvement commercial de Fiume. — Importation française en 1909.

N° 900. *Italie.* — L'importation et l'exportation de Naples en 1909.

N° 901. *États-Unis.* — Exportations et importations de San Francisco en 1909.

INFORMATIONS DIVERSES.

Traction. — L'ÉNERGIE NÉCESSAIRE A LA TRACTION SUR LES CHEMINS DE FER ALLEMANDS. — En Allemagne, comme ailleurs, la question de l'électrification des chemins de fer est à l'ordre du jour. Dans une conférence faite à la fin de l'an dernier, M. E. Fraenkel donnait à ce propos les chiffres suivants :

Si l'on s'en rapporte aux statistiques de mouvements publiés pour l'année 1907, il faudrait journellement, pour assurer le service des trains en Allemagne :

Trains de marchandises	2851000	ch : h
» de voyageurs	1440000	»
» rapides	992000	»

En ajoutant les dépenses extraordinaires, les pertes, etc. on peut fixer à 18 millions de chevaux-heure, au grand maximum, l'énergie électrique qui serait nécessaire.

Or, les usines allemandes ont une puissance globale de un million et demi de chevaux et pourraient donner 32 millions de chevaux-heure par jour; actuellement, le cinquième est employé et il reste 25 millions de chevaux-heure disponibles pour la traction.

Le courant pourrait être vendu à 2,5 pf au cheval-heure (à la jante des roues), et l'économie réalisée serait de 37,5 millions de marks par an.

INSTALLATION DE HALAGE ÉLECTRIQUE A L'EMBOUCHURE DE LA WESER. — Lors de l'approfondissement de la Weser inférieure, on fut conduit, pour éviter l'abaissement du niveau dans le cours supérieur, d'établir deux barrages avec écluses sur le territoire de Brême. L'une de ces écluses a 70 m de longueur; l'autre, plus grande, a 350 m de long et peut recevoir un train de chalands. Il s'agissait d'installer le halage électrique des bateaux dans ces écluses. Une installation ordinaire présentait des inconvénients. Il eût fallu en effet établir pour les locomotives haleuses deux voies sur le terre-plein séparant les deux écluses; or ce terre-plein n'a que 6,50 m de large et les quatre files de rails eussent gêné considérablement les manœuvres; en outre il eût fallu placer les voies sur les bords des murs de soutènement ce qui eût exigé la consolidation de ceux-ci. L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft résolut le problème en opérant la traction par un portique roulant occupant toute la largeur du terre-plein; il n'y a ainsi que deux rails, et ceux-ci ont pu être reportés suffisamment à l'intérieur pour n'avoir pas de travaux de consolidation à effectuer; en outre, par sa forme même, le portique laisse le terre-plein complètement libre, et il peut indifféremment effectuer le halage dans l'une et l'autre écluse.

Téléphonie. — CABLES TÉLÉPHONIQUES PUPINISÉS. — Deux nouveaux câbles à quatre conducteurs doivent réunir la France à l'Angleterre. Chacun des deux pays se charge de la pose de l'un d'eux. Le câble anglais part de Abbols Cliff, entre Douvres et Folkestone, pour aboutir au cap Gris-Nez; il a donc une longueur de 45 km. Les caractéristiques sont les suivantes : le cuivre pèse 100 kg par kilomètre, l'enveloppe de gutta-percha 83 kg. La résistance par kilomètre est d'environ 8 ohms pour le double conducteur dont la capacité est de 0,08 microfarad. A chaque lieue marine sont placées deux bobines d'induction dites bobines de Pupin; elles ont une résistance de 6 ohms et un coefficient de self-induction de 0,1 henry pour 750 périodes à la seconde; le facteur d'amortissement est de 0,009 au lieu d'être de 0,3 sans bobine. Chacune des bobines a deux enroulements de sens contraires, connectés respectivement sur deux conducteurs de chaque ligne. On espère avec ce nouveau câble, pouvoir téléphoner entre Paris et Glasgow.

Divers. — COFFRE-FORT POUR RADIUM. — Nous lisons dans *La Nature* du 23 juillet 1910 : « Le radium étant de beaucoup le plus précieux des corps connus, les rares personnes qui en possèdent des parcelles tremblent de les savoir exposées aux entreprises des cambrioleurs. Mais on sait que ses émanations traversent aisément la cuirasse d'acier la plus épaisse. Ainsi, la construction d'un coffre-fort capable de résister, d'une part, aux tentatives d'effraction et de retenir, de l'autre, les produits de la désintégration du radium, présentait des difficultés quasi-insurmontables. Une maison anglaise, celle de MM. Chubb, paraît avoir résolu le problème. Sur l'ordre d'une Compagnie fondée l'an dernier pour exploiter d'importants gisements d'uranite découverts en Portugal, elle a fabriqué un coffre-fort qui semble remplir les conditions requises. Il consiste essentiellement en deux coffres encastrés l'un dans l'autre : l'un aux parois de plomb, le seul métal impénétrable aux émanations du radium; l'autre en plaques d'acier comme les coffres-forts ordinaires. Bien que le poids total soit d'une tonne et demie, la capacité du coffre-fort en plomb n'est que de 50^{kg} environ. Mais c'en est assez pour abriter une fortune énorme, si l'on songe que cette quantité de radium vaudrait plus de 25 milliards de francs, en prenant pour base les prix actuels. Un dispositif permet de recueillir les précieuses émanations. Avant d'ouvrir le coffre de plomb, on introduit par deux valves ménagées dans la porte des tubes remplis de mercure qui recueillent et emmagasinent ces émanations.

[1] Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 9, rue d'Édimbourg.

Tome XIV. **N° 163. — 15 octobre 1910.**

LA REVUE ELECTRIQUE

CHRONIQUE.

L'utilisation des gadoues pour la production de l'électricité est un problème qui, depuis 15 ans au moins, passionne les ingénieurs électriciens anglais. C'est en effet de 1897 que date la première solution pratique de ce problème par la création, dans l'une des paroisses de Londres, à Shoreditch, d'une usine génératrice d'une puissance de près de 1 000 chevaux utilisant uniquement comme combustible les ordures ménagères recueillies dans le voisinage.

On sait quelle est l'origine du problème (1). A mesure qu'elles se développent les villes rencontrent des difficultés de plus en plus grandes à assurer l'enlèvement des ordures ménagères: non seulement la quantité d'ordures à enlever croît proportionnellement au nombre des habitants, mais les dépôts auxquels il faut les conduire deviennent de plus en plus éloignés du centre de la ville. Pour ces deux raisons l'enlèvement des ordures qui, dans les petites villes, est peu coûteux et parfois même rémunérateur par suite de la revente de ces ordures comme engrais (2), devient rapidement, pour les budgets des grandes villes, une charge très importante. En outre l'accumulation des ordures dans les dépôts, d'une part, leur transport à ces dépôts, d'autre part, ne sont pas sans graves inconvénients pour la santé publique par suite de la fermentation qui s'y développe, fermentation qui, surtout en été, commence déjà pendant le transport lorsque les dépôts sont très éloignés du centre de la ville.

La destruction immédiate et sur place des ordures par incinération paraît être la solution à la fois la plus économique et la plus hygiénique. Toutefois les gaz dégagés pendant l'incinération sont parfois malodorants et l'emploi d'incinérateurs portatifs pour la destruction sur place, bien qu'ayant été essayé dans quelques agglomérations américaines, ne saurait être recommandé. Il convient donc d'établir des incinérateurs fixes dans les quartiers périphériques, en prenant d'ailleurs toutes les précautions nécessaires pour que les gaz de la combustion ne répandent aucune odeur désagréable.

Malgré ses avantages hygiéniques cette solution du problème n'a pas reçu beaucoup d'applications sur le continent européen. Utilisée pour la première fois à Hambourg en 1894, en vue d'éviter le retour d'une épidémie de choléra qui décima la ville en 1892, elle fut pratiquée à Monaco en 1897, puis à Zurich en 1904, et enfin à Bruxelles en 1905 (1). Par contre, ses applications sont nombreuses aux États-Unis et en Angleterre; dans ce dernier pays, on

(1) Voir *La Revue électrique*, t. V, 30 avril 1906, p. 232.

(2) Par suite de l'azote, de la potasse et de l'acide phosphorique qu'elles renferment les ordures ménagères ont, comme engrais, une valeur considérable. Si on la calcule d'après le prix de vente courant des substances assimilables qui les renferment, on trouve qu'une tonne de gadoues vaut :
8,90 fr pour les gadoues de Paris, d'après MM. Gérard et Muntz;
6,50 fr pour celles de Lille, d'après MM. Lodureau et Violette;
10,20 fr pour celles de Bruxelles, d'après M. Péterman.
Inutile d'ajouter que, par suite des débris de toute sorte que renferment les gadoues de ville, leurs prix de vente réels sont très inférieurs à ces chiffres.

(1) On trouvera une description détaillée de l'usine d'incinération de Bruxelles, où la chaleur produite par l'incinération est utilisée pour la production de l'énergie électrique, dans *La Revue électrique*, t. V, 30 avril 1906, p. 235.

comptait déjà en 1902, d'après M. Francis Goodrich (1), 160 usines d'incinération d'ordures, et depuis leur nombre s'est constamment accru.

Comme dans beaucoup de villes anglaises la distribution de l'énergie électrique se trouve aux mains des municipalités, il était tout naturel que celles-ci tentassent d'utiliser la chaleur de combustion des gadoues à la production de vapeur alimentant des groupes électrogènes. Ainsi que nous le disions plus haut, la première usine de ce genre est celle de Shoreditch. Bien que les résultats économiques de cette installation aient été vivement discutés, ils ont paru suffisamment satisfaisants à beaucoup d'autres municipalités pour les décider à suivre l'exemple de Shoreditch. En 1902, d'après une étude déjà citée de M. F. Goodrich, il existait en Angleterre 45 usines du même genre ; l'an dernier, d'après une communication de M. ROBERTSON analysée plus loin (p. 248 à 254), il y en avait 73.

Dans cette communication l'auteur fournit des renseignements très intéressants sur les résultats d'exploitation de l'usine de Greenock, en Écosse, qu'il a été chargé d'établir et de diriger. Comme on le verra, cette usine renferme 6 fours d'incinération chauffant chacun une chaudière à tubes d'eau, type marine. Ces chaudières alimentent, concurremment avec deux chaudières à charbon à double bouilleur donnant chacune 7250 kg de vapeur à l'heure, deux groupes électrogènes de 750 kw et deux autres de 400 kw chacun. Le poids de gadoues détruites annuellement s'élève à 17267 tonnes ; leur incinération a permis d'obtenir 1142064 kilowatts-heure, soit en moyenne 66,2 kilowatts-heure par tonne.

Ce dernier résultat confirme le chiffre donné dès 1899 par M. Lauriol, ingénieur en chef des Services de l'éclairage de la ville de Paris, à la suite d'une enquête sur les usines électriques à destructeurs d'ordures d'Angleterre : M. Lauriol admettait en effet que la production moyenne d'une tonne d'ordures est de 60 kw-h (2). Il dissipe également l'incertitude que l'on avait sur cette production, car suivant M. Munro (3) on aurait obtenu dans une usine de ce genre, celle de Hackney, jusqu'à 105 kw-h par tonne, alors que d'après M. Adams elle ne serait que de 41,1 kw-h.

A la vérité, le nombre de 66 kw-h par tonne est un résultat moyen et, d'après la communication même de M. Robertson, il peut, suivant l'époque de l'année, être notablement dépassé ou diminué, ce qui expliquerait jusqu'à un certain point les résultats contradictoires de M. Munro et de M. Adams. On verra en effet qu'en octobre 1908 le rendement de l'installation de Greenock atteignait 86 kw-h par tonne, alors qu'il était tombé à 24 kw-h par tonne en juillet de la même année.

Cette observation confirme une autre remarque de M. Lauriol, à savoir que le pouvoir calorifique des ordures ménagères des villes anglaises est relativement élevé par suite de la présence dans ces ordures de nombreux fragments de charbon : en octobre en effet le charbon doit être plus abondant qu'en juillet. Il s'ensuit que, dans les pays où le charbon est cher et où, pour cette raison, les fragments de charbon non brûlé sont minutieusement triés des cendres, le pouvoir calorifique des ordures doit être très inférieur. C'est bien d'ailleurs ce qui résulte d'essais faits sur les gadoues de Paris, lesquelles ne donnent en moyenne que 30 kw-h par tonne et parfois seulement 15 kw-h lorsqu'elles proviennent de certains quartiers, comme le quartier des Halles, où les gadoues sont presque entièrement formées de résidus végétaux.

Enfin, il résulte des essais faits par M. Robertson, à Greenock, que la manutention des ordures, le soufflage de l'air, le concassage des scories, l'éclairage de l'usine absorbent environ 12 kw-h par tonne de gadoues incinérées, mais que ce chiffre pourra, par la suite, être abaissé à 10 kw-h. Or, c'est précisément à ce dernier chiffre qu'était arrivé M. Lauriol, lors de son enquête sur les usines anglaises.

*
* *

De même qu'il y a « fagots et fagots » il y a **électromoteurs et électromoteurs**, les uns étant des producteurs de force électromotrice, des piles ou des dynamos génératrices, les autres des récepteurs d'énergie électrique, transformant celle-ci en force motrice mécanique. Nous avions remarqué depuis longtemps cette double acception du même mot et c'est pourquoi nous avions soin d'éviter autant que possible l'emploi de ce mot dans cette Revue. M. BRUNSWICK a néanmoins raison d'appeler l'attention sur cette double acception et de demander qu'une entente s'établisse pour n'en conserver qu'une (p. 276). Mais contrairement à ce qu'il pense, ce ne sont pas les universitaires qui ont tort, ce sont les techniciens, car d'après les règles de formation des mots composés en français, *électromoteur* doit désigner un appareil qui *met en mouvement* l'électricité et non un appareil qui est *mis en mouvement* par l'électricité.

J. BLONDIN.

(1) *Electrician*, t. L, 28 novembre 1902, p. 220 224.
(2) *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, t. XVI, p. 468-484.
(3) *La Revue électrique*, t. V, 30 avril 1906, p. 244.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Dix-neuvième Bulletin bimensuel de 1910.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 6 juillet 1910.

Présents : MM. Zetter, vice-président; E. Fontaine, secrétaire; Chaussenot et Vautier, secrétaires adjoints fonctionnaires; Boutan, Coze, Eschwège, Godinet, F. Meyer, Pinot et Sée.

Absents excusés : MM. Brylinski, Cordier, Piaton, vice-présidents, Sartiaux.

En l'absence de M. Guillain et de M. Brylinski, excusés, la séance est présidée par M. Zetter.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Documents officiels. — Les documents officiels parus depuis la dernière séance comportent : le décret du 4 juin 1910, réorganisant l'administration centrale du Ministère des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, section des Travaux publics, et organisant la direction des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique sous la direction de M. Henriot, ingénieur en chef des Mines (*Officiel* du 5 juin 1910); un arrêté en date du 14 juin 1910 (*Officiel* du 16 juin 1910) donnant l'organisation du personnel dans quatre bureaux dépendant de la nouvelle direction. Le *Journal officiel* du premier juin donne la nouvelle organisation du Conseil d'Etat. L'arrêté du 12 avril 1910 (*Officiel* du 2 juin 1910) institue au Ministère des Travaux publics un Comité du contentieux et donne sa composition. Le *Journal officiel* du 2 juillet 1910 publie l'arrêté du 30 juin fixant les frais de contrôle. Deux circulaires du Ministre des Travaux publics, en date des 3 et 20 mai 1910, sont relatives à la modification de l'article premier du modèle d'arrêté préfectoral portant autorisation d'installer une distribution d'énergie électrique par permission de voirie et à l'envoi du cahier des charges type pour la concession par l'État d'une distribution d'énergie électrique aux services publics.

Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques a l'intérieur des maisons. — M. le Président indique que cette question qui est près d'une solution sera reprise au mois d'octobre avec toute l'activité nécessaire pour une prompte solution.

Affichage dans les usines. — M. Sée, rapporteur, indique qu'il a établi un modèle d'affiche qui sera prochainement communiqué.

Repos hebdomadaire dans les usines a feu continu. — Il est donné connaissance de la lettre du 8 juin 1910 de M. le Ministre du Travail relative à cette question.

Questionnaire sur les traversées de chemins de fer. — Un certain nombre de réponses ont été obtenues relativement au questionnaire qui a été envoyé aux principales usines.

MM. Sée et Boutan font part des dispositifs adoptés sur divers réseaux qui solutionnent d'une façon simple la suppression des filets de protection, tout en diminuant la tension, doublant les sections et offrant plus de sécurité mécanique indiscutable tout en coûtant beaucoup moins en cas de rupture d'un isolateur.

Traité avec M. Gauthier-Villars. — Le Comité de l'Union confirme sa précédente décision et indique que les négociations pourront être poursuivies pour aboutir dans le sens proposé. La prochaine réunion aura lieu le 5 octobre 1910.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.
Téléphone : 507-59.

Dix-neuvième Bulletin bimensuel de 1910.

CHANGEMENT DE DOMICILE.

Nous rappelons à Messieurs les Membres adhérents, ainsi qu'aux personnes en relations avec notre Syndicat, que le Siège social et les bureaux du Secrétariat sont transférés, depuis le 1er juillet 1910,

rue d'Édimbourg, n° 9 (au rez-de-chaussée).

Prière d'y adresser toutes correspondances et toutes communications concernant le Syndicat.



AVIS.

Nous publions, d'autre part, au chapitre « Jurisprudence et Contentieux » (page 278), le texte d'un arrêt rendu le 5 août par le Conseil d'Etat, au sujet de la patente imposée aux établissements métallurgiques, comme entrepreneurs de fournitures de matériaux pour travaux publics, ou comme fournisseurs de vivres, subsistances, etc., aux troupes de terre ou de mer, ..., de nature à intéresser nos adhérents.

Service de placement.

Nous attirons l'attention sur notre *service de placement* organisé depuis plusieurs années au Secrétariat et qui prend chaque jour une extension plus grande.

MM. les industriels adhérents au Syndicat ont donc intérêt à nous signaler les emplois vacants, afin que nous leur facilitions la recherche du personnel qui leur est nécessaire.

MM. les ingénieurs, employés, contremaîtres et ouvriers à la recherche d'une situation trouveront, de leur côté, plus facilement un emploi en se faisant inscrire. Cette inscription se fait gratuitement, sur présentation de références sérieuses.

Médaille du Syndicat.

Dans la séance du 5 juillet 1910, la Chambre syndicale a décidé que MM. les membres adhérents qui désireraient posséder à titre de souvenir la médaille créée par le Syndicat pourraient en faire la demande au Secrétariat.

Cette médaille, qui portera une mention spéciale, sera en bronze patiné et leur sera cédée au prix de dix francs.

Prière de se faire inscrire au Secrétariat avant fin octobre.

Bibliothèque.

Nous rappelons à MM. les membres du Syndicat que la bibliothèque installée au siège social est à leur disposition.

Ils y trouveront les principales revues scientifiques françaises et étrangères, les bulletins des chambres de commerce françaises à l'étranger, les journaux officiels, les bulletins d'associations diverses ainsi que de nombreux documents et ouvrages intéressant l'industrie électrique.

Renseignements techniques et administratifs.

Nous attirons l'attention de MM. les adhérents sur l'intérêt qu'ils ont à faire connaître les appareils nouveaux ou les applications nouvelles qu'ils réalisent. En adressant au Secrétariat les renseignements utiles, mention pourrait en être faite dans *La Revue électrique*.

Nous rappelons, en outre, qu'il est fait mention dans *La Revue électrique* de tout ouvrage nouveau dont deux exemplaires sont envoyés au Secrétariat.

Nous rappelons également que M. le Secrétaire général est à la disposition de MM. les membres du Syndicat pour tous renseignements dont ils auraient besoin.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du Bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées).

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

15° Les cahiers des charges types pour les demandes de concessions de distribution d'énergie électrique.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

Dix-neuvième Bulletin bimensuel de 1910.



Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 27 septembre 1910.

Présents : MM. Brylinski, président; Brachet, Cordier, Eschwège, vice-présidents; Fontaine, secrétaire général; Chaussenot, secrétaire adjoint; Bizet, Cahen, Legouez, Sée, Tainturier, de Tavernier, Widmer.

Absents excusés : MM. F. Meyer, président d'honneur; Beauvois-Devaux, trésorier; Azaria, Mondon, Tricoche.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Nécrologie. — M. le Président a le regret de faire part à la Chambre syndicale du décès de M. Georges Berger, président honoraire de la Société internationale des Electriciens; de M. Paul Debray, ancien vice-président de la Chambre syndicale, de Madame Veuve Rosenfeld, mère d'un de nos collègues. Les condoléances de la Chambre syndicale ont été exprimées aux familles de nos collègues.

Correspondance et travaux intérieurs. — Il est rendu compte de la correspondance relative au contentieux (curage de rivière, permission de voirie, droits d'octroi, caisses des retraites, cahier des charges type, contrôle des poids et mesures, difficultés avec les abonnés, renouvellement de concession, etc.).

Diverses questions ont été posées également relativement à l'arrêté technique, aux lampes métalliques, à une demande d'arbitrage.

Le service du placement indique 37 offres, 27 demandes dont 7 nouvelles et 5 placements indiqués comme réalisés.

Le service de propagande a sollicité et obtenu d'assez nombreuses adhésions.

M. le Secrétaire donne connaissance de la lettre du 25 juillet 1910 de MM. Sulzer frères, relativement aux droits d'octroi demandés par la commune de Puteaux sur des groupes de turbo-générateurs, cette commune considérant ces groupes comme immobiliers par destination. La Chambre syndicale décide de prendre sur cette question l'avis du Comité consultatif.

La Chambre syndicale accorde comme précédemment une subvention aux Cours d'Électricité industrielle de la Fédération générale française professionnelle des mécaniciens chauffeurs électriciens.

La Chambre syndicale décide d'adhérer au Congrès des Chambres syndicales et désigne M. Fontaine pour y assister.

Nomination du bureau. — M. le Président rappelle qu'à la séance qui a suivi l'assemblée générale le 5 juillet, la Chambre syndicale n'étant pas en nombre n'a procédé qu'à des désignations provisoires; il demande à la Chambre syndicale de vouloir bien aujourd'hui faire des nominations définitives.

En conséquence, par application de l'article 3 du règlement intérieur modifié dans la séance de la Chambre syndicale du 24 mai 1910, il y a lieu de procéder à la nomination du président désigné.

La Chambre syndicale désigne M. Eschwège pour remplir ces fonctions.

M. le Président rappelle que MM. Cordier et Berthelot, vice-présidents, sont sortants cette année. La Chambre syndicale les réélit.

M. Tainturier demande à offrir sa vice-présidence à M. Eschwège, président désigné, pour qu'il puisse faire plus régulièrement partie du Bureau.

La Chambre syndicale remercie M. Tainturier. M. Eschwège est nommé comme vice-président en remplacement de M. Tainturier. M. Beauvois-Devaux est réélu trésorier.

Les désignations ainsi faites pour le Bureau de la Chambre syndicale seront portées comme d'habitude, à la connaissance des associations et syndicats en rapport avec notre Chambre syndicale.

Démission de M. Brillouin. — Il est donné connaissance de la lettre par laquelle M. Brillouin donne sa démission de membre de la Chambre syndicale.

La Chambre syndicale en prend acte tout en rendant justice à la grande part prise par M. Brillouin au développement du Syndicat à son origine pour le groupement des petites stations autour de l'œuvre syndicale et à sa longue et active collaboration.

Admissions. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des adhésions et proposer les admissions.

(*Voir* cette liste dans *La Revue électrique*, p. 246.)

Documents officiels. — M. le Secrétaire général donne lecture de la liste des documents parus à l'*Officiel* depuis la dernière séance et intéressant les membres du Syndicat :

Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, des 22 juin, 4 juillet et 1er septembre 1910, approuvant divers types de compteurs d'énergie électrique présentés par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, la Compagnie de construction électrique et la Compagnie des compteurs Aron (*Journal officiel* des 7, 9 juillet et 2 septembre 1910).

Décret du 15 juillet 1910 modifiant l'article 4 du décret du 7 février 1907 modifié par décret du 14 janvier 1910, sur l'organisation du Comité permanent d'électricité (*Journal officiel* du 19 juillet 1910).

Décret du 16 juillet 1910 créant un Office national des retraites ouvrières et paysannes et nommant le directeur de cet Office (*Journal officiel* du 18 juillet 1910).

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique (*Journal officiel* du 18 août 1910).

Décret du 31 août 1910 déterminant, en ce qui concerne les spécialistes occupés dans les usines à feu continu, des dérogations aux règles générales sur le repos hebdomadaire (*Journal officiel* du 18 septembre 1910).

Droits de contrôle. — Il est donné connaissance de la lettre du 22 septembre d'une Compagnie adhérente relative aux droits de contrôle. La Chambre syndicale indique que si les autorisations sont régulières, les droits de contrôle sont dus depuis le jour de l'autorisation et dans la forme où ils sont demandés.

Fonctionnement des usines d'énergie électrique en cas de mobilisation. — Par lettre du 27 août dernier, la Compagnie générale d'électricité a attiré l'attention de la Chambre syndicale sur l'importance de cette question. La mobilisation du personnel des usines électriques

aurait pour inconvénient d'interrompre la plupart des services publics et même de la population dépendant de ces distributions d'énergie. La Compagnie justifie ses points de vue par la communication des pièces annexées.

La Chambre syndicale renvoie cette question à la Commission d'étude des questions nouvelles.

ETATS STATISTIQUES DU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — Il est donné connaissance à la Chambre syndicale de la lettre du 30 août du service du Contrôle des tramways, chemins de fer d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique. M. le Président rappelle que la question a déjà été étudiée au Comité permanent d'Électricité, mais qu'il avait été demandé d'opérer diverses suppressions et de préparer pour les usines qui auraient à fournir des renseignements un ou plusieurs modèles d'application montrant comment il doit y être répondu. Les tentatives faites par diverses Sociétés ayant des exploitations multiples pour obtenir des réponses de leurs directeurs ont montré que jusqu'à présent la question des statistiques n'était pas comprise par les intéressés.

La Chambre syndicale demande au Secrétariat de vouloir bien transmettre ces observations en réponse aux questions posées par le Ministère.

ENQUÊTE SUR L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, INDUSTRIEL ET COMMERCIAL. — M. le Secrétaire donne lecture de la lettre du 6 août 1910 du Ministère du Commerce et de l'Industrie relative à cette question. La Chambre syndicale renvoie cette question aux commissions d'exploitation administrative et commerciale et technique.

LOI PORTANT SUPPRESSION DU MARCHANDAGE. — La Chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France a sollicité le concours de notre Chambre syndicale pour étudier cette question. La Chambre syndicale donnera son concours pour appuyer les démarches qui seront faites relativement à cette question.

UNIFICATION DES PAS DE VIS. — M. le Secrétaire donne lecture de la lettre du 5 septembre de la Société technique de l'industrie du gaz relative aux travaux de la Commission d'unification internationale des pas de vis dans les appareils d'utilisation du gaz. La Chambre syndicale décide que les personnes déjà déléguées aux premiers travaux de cette Commission continueront à prendre part aux séances.

ASSOCIATION DES CONSOMMATEURS DE LAMPES ÉLECTRIQUES. — M. le Secrétaire indique l'état des travaux de cette association et l'importance du groupement réalisé. Ceux des membres du Syndicat qui voudraient en faire partie trouveront au Secrétariat toutes les indications nécessaires.

RETRAITES OUVRIÈRES. — La Chambre syndicale prend connaissance des documents qui lui ont été communiqués le 29 juillet 1910 relativement à cette question.

TRAVERSÉE DES CHEMINS DE FER. — Il est donné connaissance à la Chambre syndicale de la lettre du 20 septembre de la Société hydro-électrique Roussillonnaise relative aux traversées de chemins de fer. Cette lettre sera renvoyée à M. Sée, rapporteur.

JURISPRUDENCE. — Les documents suivants sont communiqués à la Chambre syndicale : arrêt du Conseil d'Etat du 15 avril 1910; ville de Gap contre Société générale des Gaz du Midi, usage irrégulier d'une permission de voirie pour distribution d'énergie électrique, responsabilité de la Ville. Deux arrêts de la Cour de Cassation des 21 juillet 1909 et 1er juin 1910 en matière de règlement de salaires. A ces deux derniers arrêts est joint un modèle d'affiche de paye pour se rendre compte de cette jurisprudence. Ces documents seront tenus à la disposition des adhérents du Syndicat au Secrétariat.

CHAMBRE SYNDICALE DES INDUSTRIES AÉRONAUTIQUES. — Il est donné acte de la communication du Bureau de cette Chambre syndicale.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — Les documents suivants émanant de cette Union sont remis aux membres de la Chambre syndicale :

N° 448. Questions sociales et ouvrières, revue du mois de mai.

N° 449. Application des décrets du 10 août 1899, circulaire du Ministre du Travail en date du 14 mai 1910

ASSURANCES. — Il est donné connaissance à la Chambre syndicale du compte rendu de la Caisse syndicale d'assurance mutuelle des Forges de France et de diverses documentations relatives au fonctionnement de mutuelles s'appuyant sur des réassurances diverses, ce fonctionnement devant permettre des tarifs meilleur marché que ceux des Compagnies d'assurances syndiquées.

BIBLIOGRAPHIE. — Les ouvrages suivants sont déposés sur le bureau de la Chambre syndicale :

Annuaire 1910 du Syndicat professionnel des Industries électriques; *Grille idéale* de P. Comet, communication de M. Larrieu.

Sommaires de jurisprudence du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bulletins de la Société internationale des Électriciens, numéro de mai 1910 (Nécrologie de M. Joubert) et *Bulletin* de juillet 1910 (faisant mention des instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques, élaborées par les Syndicats et sanctionnées par l'Union des syndicats de l'électricité).

Bulletin de la Fédération des Industriels et des Commerçants français du 1er août 1910, contenant des études sur la responsabilité en cas d'émeutes et *Bulletin* de septembre de la même Fédération renfermant des études sur les conditions des marchés et adjudications de l'État.

La renaissance industrielle de l'énergie électrique dans l'Aveyron, par M. C. Gros.

Bulletin de l'Office international du travail, n° 2 de 1910.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 septembre 1910.

Membre actif.

CASTEX (Paul), industriel, à Aspet (Haute-Garonne), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

STEINMANN (Léon-Henri), ingénieur électricien principal, Société des Houillères de Romchamp (Hte-Saône), présenté par MM. Rosenwald et E. Fontaine.

Membre correspondant.

MARY (Ernest-Auguste-Eugène), conducteur de travaux d'électricité, rue Charpentier à Vitry-sur-Seine (Seine), présenté par MM. Agneessens et E. Fontaine.



Usines.

Usine électrique d'Aspet (Haute-Garonne).

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs, présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie, par M. A. Berthelot, député.

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation, chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

23° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

24° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

25° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage à la Sous-Commission du régime futur de l'Électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

26° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'électricité à Paris.

27° Rejet par le Sénat de la régie du gaz à Paris (séances des 21 et 28 février 1905).

28° Loi du 9 avril 1898, modifiée le 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

29° Deuxième Rapport présenté par M. Morlot sur le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

30° Rapport de la Commission des Compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux desiderata qui leur ont été soumis par la Commission (réservé aux exploitants d'usines électriques).

31° Modèle type du bulletin de commande de compteurs.

32° Compte rendu *in extenso* des séances de la Chambre des Députés des 31 octobre, 6, 8, 10 et 13 novembre 1905 (la question du gaz à Paris).

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES.

Les usines génératrices et les fours destructeurs d'ordures ménagères (1).

L'utilisation, pour la production de l'énergie électrique, de la chaleur des fours destructeurs de gadoues de ville a reçu beaucoup d'attention durant ces dernières années, aussi bien en Europe qu'en Amérique. Il existait en Angléterre, au début de 1909, 73 entreprises de distribution d'énergie électrique possédant des destructeurs : ce chiffre permet d'apprécier le développement rapide que prend dans ce pays cette nouvelle application, surtout si l'on tient compte que la première installation de ce genre, réalisée à Shoredich, ne remonte qu'à 1897 (2).

La question est cependant sujette à controverse et une mauvaise conception de l'installation à effectuer a parfois entraîné de graves mécomptes. L'auteur, qui a été chargé d'établir et de diriger une entreprise de ce genre à Greenock (3), espère que les résultats de sa propre expérience contribueront à éclaircir le sujet et rendront par là même quelque service aux ingénieurs de stations centrales.

On peut poser comme axiome que l'incinération des ordures ménagères est avant tout une mesure sanitaire. Dans la plupart des grandes villes cette opération devient une nécessité par suite de la difficulté croissante de trouver un lieu de dépôt convenable.

La possibilité de réduire les dépenses d'incinération par la vente des débris et scories, ou par l'utilisation, pour la production de la vapeur, de ce qui était considéré autrefois comme de la chaleur perdue, a évidemment attiré l'attention de ceux qui ont la responsabilité de l'administration municipale. Mais, dans certains cas, le côté commercial du problème a fait perdre de vue le but réel à atteindre, et il n'est pas rare de trouver quelques installations tout à fait modernes dans lesquelles le souci de la propreté et celui de la santé publique font complètement défaut.

L'auteur se propose de démontrer que, dans certaines conditions, la combinaison d'une station électrique et de fours à gadoues peut procurer un bénéfice appréciable, tout en respectant les principes d'hygiène.

La première condition consiste à avoir une demande d'énergie assez constante à la station. Ce cas se présentera lorsqu'on aura à desservir un réseau de tramways ou à alimenter des moteurs d'industries privées.

Les ordures ménagères seront ramassées journellement et introduites dans les destructeurs aussi rapidement que les circonstances le permettront.

En règle générale, pour que le capital immobilisé dans l'installation ne soit pas trop élevé, il faudrait que la vapeur produite par les fours soit utilisée durant la plus grande partie des 24 heures. Dans le cas où la charge ne pourrait remplir cette condition, il serait nécessaire d'installer des destructeurs d'une capacité assez grande pour permettre l'incinération, dans une période relativement courte, du stock journalier de gadoues, ou d'envoyer directement les gaz chauds dans la cheminée aux heures où la demande d'énergie est nulle. L'une et l'autre de ces solutions doit, selon l'auteur, être rejetée. Quant à l'emploi de batteries ou de tout autre système d'accumulation, les frais de premier établissement et les dépenses d'entretien obligent à y renoncer.

Chaque cas exige un examen particulier des conditions locales concernant le prix du combustible, la qualité des gadoues et surtout la nature de la demande d'énergie à la station.

Les gadoues de ville doivent être considérées comme un combustible de qualité médiocre (1), pouvant être obtenu sans frais d'achat, mais nécessitant pour sa combustion une installation toute spéciale. La qualité varie d'après les régions et aussi d'après les saisons (2); dans

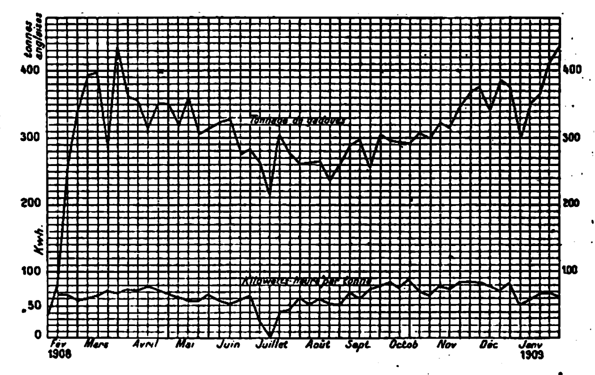


Fig. 1. — Destructeurs de Greenock, graphique du tonnage d'ordures ménagères et des kilowatts-heure produits par tonne pour l'année finissant au 31 janvier 1909.

une même ville, elle peut varier suivant les différents quartiers.

D'un graphique publié par l'auteur (*fig.* 1), nous

(1) Communication présentée à l'*Institution of Electrical Engineers* par J.-A. ROBERTSON (*Journal of the I. E. E.*, n° 198, t. XLIII, décembre 1909, p. 651-695).

(2) Il est toutefois utile de remarquer que les 73 entreprises de distribution dont il s'agit sont presque toutes des entreprises municipales. (*N. d. T.*)

(3) Ville d'Écosse, 63000 habitants.

(1) D'après des essais, le pouvoir calorifique moyen des ordures ménagères serait de $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{8}$ du pouvoir calorifique du charbon.

(2) La quantité est elle-même assez variable. Prenant la moyenne de plusieurs villes anglaises, l'auteur a pu établir que cette quantité est comprise entre 760 kg et 1020 kg par 1000 habitants et par jour.

extrayons les chiffres suivants : en octobre 1908, le rendement de l'installation de Greenock a atteint 86 kilowatts-heure par tonne de gadoues, tandis qu'en juillet de la même année le chiffre atteint était à peine de 24 kilowatts-heure par tonne.

Ces variations dans la qualité des gadoues constituent le plus sérieux inconvénient. On a tenté, de renforcer le pouvoir calorifique en ajoutant du charbon de qualité inférieure ou du poussier de coke de façon à réaliser une vaporisation uniforme malgré les variations, mais jusqu'ici on ne semble pas avoir construit un four permettant de brûler à la fois, dans de bonnes conditions, des gadoues et du charbon. Il est généralement nécessaire, dans pareil cas, d'employer des chaudières de réserve, alimentées uniquement au charbon.

L'objection principale des ingénieurs de stations contre l'installation combinée de fours à gadoues et d'usine génératrice est la quantité énorme de poussières qui se dégage au cours des diverses opérations, déchargement des gadoues par temps sec, décrassage des feux et surtout broyage et criblage des scories. Ces poussières pénètrent dans la salle des machines où leur action est pernicieuse.

D'après l'auteur, une meilleure disposition des bâtiments permet d'écarter cette objection, ou en tout cas d'en diminuer l'importance.

Le choix de l'emplacement de l'installation doit être subordonné aux exigences de l'hygiène publique; il semble qu'on doit éviter autant que possible l'installation au centre même des villes. Toutefois, la cause d'insalubrité qu'on doit le plus redouter, à savoir l'échappement par la cheminée de poussières ou de gaz offensifs, peut être entièrement supprimée dans une installation moderne bien conduite.

L'auteur se propose, dans les considérations suivantes, d'examiner les différents points qui se présentent dans l'établissement d'une installation moderne, en se référant spécialement à l'installation qu'il dirige lui-même à Greenock.

Le problème à résoudre est la destruction par le feu de matières peu combustibles et de qualité très variable, de manière à utiliser le plus complètement possible, pour la production de vapeur, la chaleur dégagée par la combustion. Les points qui réclament une attention spéciale sont : le chargement des gadoues dans les fours, le système de tirage forcé, la construction du four et de la chambre de combustion, l'emplacement et le type de chaudières.

Chargement. — Les modes de chargement à la main sont jusqu'ici les plus couramment usités. On distingue trois systèmes différents :

1° *Chargement à la pelle par l'avant du destructeur.* L'alimentation et le décrassage se font alors par la même ouverture;

2° *Chargement à la pelle par l'arrière du destructeur.* L'alimentation se fait du côté opposé à la porte de décrassage;

3° *Chargement par la partie supérieure.* Les inconvénients de tous ces systèmes consistent dans la réduction de la température par suite d'afflux d'air au moment de la charge, et dans l'importance de la main-d'œuvre pour l'exécution d'une besogne pénible et malpropre. Par contre, ils présentent l'avantage de la simplicité et permettent généralement d'obtenir une meilleure vaporisation qu'avec d'autres systèmes, par la possibilité qu'ils offrent de choisir les gadoues et de réaliser une alimentation plus souple [1].

Chargement mécanique. — Le système le plus connu est le système Boulnois et Brodie, dans lequel le mouvement d'un truck de chargement ouvre et ferme la porte du destructeur : les gadoues sont ainsi transportées des tombereaux dans les fours sans intervention manuelle.

Le système adopté pour l'installation de Greenock est le système d'alimentation automatique par *skips.* Les tombereaux amenant les gadoues versent dans des skips dont la capacité représente une charge. Ces skips sont enlevés par une grue électrique et déposés sur une plate-forme de réserve jusqu'au moment où ils doivent servir à la charge du destructeur. Dans un but hygiénique la plate-forme a été disposée à une certaine distance de ce dernier; on évite ainsi l'échauffement à air libre des gadoues en réserve.

Au moment de la charge, l'un des skips est soulevé par la grue et déposé sur un plateau mobile situé directement au-dessus de l'ouverture du destructeur munie d'un couvercle avec joint hydraulique. Le poids du skip fait fonctionner un système de leviers avec contrepoids; ces leviers font soulever et ramener sur le côté le couvercle du destructeur, permettant ainsi au plateau portant le skip de descendre et de venir reposer à l'entrée. A ce moment, le fond du skip, qui est constitué par deux volets à charnières, s'entr'ouvre complètement et la charge est ainsi déposée directement dans le four. La grue soulève alors le skip vide et le couvercle à joint hydraulique, actionné par le contrepoids, est ramené sur son siège. L'opération complète de l'ouverture et de fermeture du couvercle exige moins d'une minute.

Ce système présente l'avantage d'une certaine propreté; les frais de main-d'œuvre sont très réduits, un homme suffisant à toutes les manœuvres de chargement; la diminution de température au moment de la charge est insignifiante.

Par contre, le système a l'inconvénient de ne pas permettre le choix et le proportionnement des charges; l'introduction dans le four en une seule charge de tout un tombereau des gadoues vertes peut amener des fluctuations de température avec variations correspondantes de la pression de vapeur.

Fours et chaudières. — Toute installation moderne comprendra les parties essentielles suivantes :

1° Des foyers proprement dits, ou « cellules », établis de façon à pouvoir s'aider mutuellement durant la marche;

2° Une chambre de combustion de capacité suffisante pour maintenir une haute température sous toutes conditions de marche; cette chambre sera établie de façon à retenir efficacement les poussières;

3° Un système de tirage forcé;

4° Une ou plusieurs chaudières placées *entre* la chambre de combustion et la cheminée;

[1] M. Pilditch estime, au cours de la discussion, que lorsque la quantité d'ordures ménagères est inférieure à 35 tonnes par jour, le chargement à la main est plus économique que le chargement mécanique.

7..

L'auteur passe successivement en revue ces différents points. Le but primordial à atteindre est le maintien d'une haute température dans les produits de la combustion. Pour réduire les fluctuations qui tendent forcément à se produire au moment de la charge ou du décrassage, la chambre de combustion devra être construite de façon à pouvoir emmagasiner dans ses briques une quantité suffisante de chaleur.

TIRAGE ET COMBUSTION. — L'opinion est partagée quant aux avantages respectifs du soufflage de vapeur et du tirage forcé ordinaire par ventilateur. L'auteur semble préconiser l'emploi de ce dernier procédé [1]. Le rendement peut être amélioré par l'installation d'un réchauffeur d'air qui permet d'accroître de 150° à 200° C. la température de l'air comburant et par suite la température de combustion elle-même. L'emploi d'une soufflerie d'air permet en outre le réglage facile et précis de la quantité d'air nécessaire pour assurer la combustion complète sous toutes conditions; ce réglage s'impose par le fait que la teneur des gadoues en carbone peut varier de 10 à 40 pour 100.

Dans la plupart des installations anglaises le tirage moyen, mesuré dans le cendrier, est de 25 à 50 mm d'eau; mais, avec un feu épais et des grilles appropriées, on peut adopter un tirage beaucoup plus fort. A l'installation de Greenock une expérience de quelques mois a conduit à l'adoption d'un tirage moyen d'environ 150 mm. La grille est constituée par de solides barres de fer percées de nombreux petits trous par lesquels l'air est introduit; l'épaisseur des feux varie de 46 à 60 cm.

Le type de réchauffeur d'air généralement employé consiste en une série de tubes disposés dans le carneau principal. MM. Heenan et Froude ont introduit un ingénieux système de réchauffage d'air dans une installation récemment exécutée à Richmond (États-Unis). Dans ce système l'air nécessaire à la combustion, qui a d'abord passé dans un réchauffeur d'air ordinaire, doit traverser les scories chaudes avant de se rendre à la grille. A cet effet on a disposé au-dessous de la grille du four une chambre auxiliaire destinée à recevoir les matières de décrassage au fur et à mesure qu'elles sont retirées. L'air se trouve ainsi réchauffé au moment même où il va atteindre la zone de combustion. Ce procédé présente en outre l'avantage de provoquer le refroidissement des scories et de faciliter ainsi leur enlèvement.

Un avantage obtenu incidemment par la soufflerie d'air consiste en ce fait qu'elle permet d'aspirer les poussières et fumées qui se répandent toujours quelque peu dans le bâtiment au moment du décrassage : il suffit pour cela de faire aboutir le tuyau d'aspiration de la soufflerie à la partie supérieure du bâtiment.

Chaudières. — Les deux types de chaudière généralement adoptés dans ces installations sont les chaudières Lancashire et les chaudières à tubes d'eau. L'auteur examine leurs avantages et inconvénients respectifs.

[1] D'après M. Pilditch (discussion) la meilleure solution consisterait à adopter le soufflage d'air chaud, mais avec, en plus, un faible jet de vapeur destiné à assurer une meilleure conservation des grilles et une production de scories de meilleure qualité.

L'installation de Greenock comporte des chaudières à tubes d'eau, type marine, avec surchauffeur intérieur. Un graphique des températures indique les trois phases caractéristiques de la production de vapeur. Dans la bâche alimentaire, l'eau, après condensation de la vapeur d'échappement, est à la température d'environ 32° C. En sortant de l'économiseur, elle atteint celle de 150°; elle est alors vaporisée à la pression de 14 kg : cm² et traverse finalement le surchauffeur; sa température, à la sortie de ce dernier, est d'environ 290° C. La distance qui sépare les chaudières des vannes d'admission des machines est d'environ 30 m et la chute de température à pleine charge d'un bout à l'autre de la conduite est de 4° à 5° C.

Conduite de l'installation. — Ce point a une importance fondamentale, et ce n'est que grâce à des méthodes convenables et à un personnel expérimenté qu'on atteindra d'excellents résultats. La conduite des destructeurs devra, selon l'auteur, être sous la direction du personnel chargé de la station proprement dite.

RÉSULTATS ÉCONOMIQUES. — Il n'y a aucun doute que le pouvoir calorifique des ordures ménagères est suffisant pour produire, dans des conditions appropriées d'incinération, une quantité considérable de vapeur: A Liverpool, où 600 tonnes de gadoues sont brûlées journellement, pas moins de 9 209 369 kilowatts-heure furent produits par la vapeur des fours durant l'année 1907, et ce résultat a été atteint avec des machines compound sans condensation consommant 22 à 23 kg de vapeur par kilowatt-heure. Dans d'autres villes où le four à gadoues est installé auprès de l'usine municipale d'électricité, on a constaté également de bons résultats, et il est assez significatif de noter, d'après les chiffres publiés dans l'*Electrical Times*, que les dépenses de combustible des stations mixtes sont généralement plus faibles que celles des stations similaires ne brûlant que du charbon. C'est ainsi que dans la Métropole anglaise la plus faible dépense en combustible est obtenue par l'usine de Hackney, qui est une station mixte. L'entreprise municipale de Liverpool, qui présente le chiffre de 3,67 centimes comme dépenses totales de combustible par kilowatt-heure, paie seulement le service d'incinération à raison de 2,05 centimes le kilowatt-heure pour les 9 millions de kilowatts-heure produits aux stations à fours à gadoues. A Partick, où fut installée la première station mixte d'Écosse, les frais de combustible ont été remarquablement réduits et n'ont pas dépassé en 1905-1906 le chiffre de 2,05 centimes par kilowatt-heure vendu. Par contre l'entreprise de Glasgow, dont le débit est cependant dix fois plus grand, atteignait avec peine le chiffre de 2,42 centimes. Ces quelques chiffres montrent que si, dans certains cas, le caractère économique de ces entreprises peut être contesté, dans d'autres cas il ne peut faire aucun doute.

Il est assez difficile de déterminer la valeur de la vapeur produite dans les destructeurs, car généralement toutes les chaudières communiquent avec un collecteur de vapeur unique et d'autre part il n'existe aucun appareil permettant de mesurer avec certitude la quantité de vapeur vive [1]. En outre les essais spéciaux de courte durée,

[1] Le compteur de vapeur Sarco donnerait cependant, d'après M. Bowden, de bons résultats (discussion).



ayant pour but de déterminer la vaporisation d'eau par kilogramme d'ordures ménagères incinérées, n'ont qu'une faible valeur en raison de la qualité très variable des matières; des essais électriques ayant pour base les kilowatts-heure produits, essais qui ne sont possibles que dans les stations marchant exclusivement durant une certaine période de la journée, avec la vapeur des destructeurs, n'ont eux-mêmes qu'une valeur discutable, car ils ne tiennent pas compte des pertes par combustion au repos et autres facteurs qui affectent les résultats d'un service continu. La seule base précise est évidemment constituée par les dépenses d'exploitation qui seraient entraînées si l'usine génératrice ne marchait qu'au charbon, sous des conditions similaires de demande et de débit.

A la station combinée de Greenock, la question fut assez facile à résoudre, car, durant les trois mois qui précédèrent l'installation des destructeurs, l'usine génératrice marcha exclusivement à l'aide de chaudières à charbon; on parvint, durant cette période, à déterminer exactement la consommation de charbon par kilowatt-heure ainsi que le rendement des chaudières et de toute l'installation. La consommation de charbon, qui s'éleva à 2,040 kg par kilowat-heure, sert de base à la répartition de l'énergie produite entre le service d'incinération et le service de la centrale. En divisant la consommation hebdomadaire de charbon par le chiffre ci-dessus, on obtient en effet l'énergie produite par les chaudières à charbon, et l'énergie restante est comptée comme étant due aux destructeurs. Le prix moyen du charbon a été pris égal à 12,40 fr la tonne, et, en tenant compte de la réduction des frais d'établissement pour pompes et chaudières, on est parvenu au chiffre de 3,675 centimes comme allocation à payer au service d'incinération pour la vapeur fournie.

Description de l'installation de Greenock. — La figure 2 donne le plan de l'usine de Greenock. On remarquera que les bâtiments sont disposés en quatre travées; l'installation des destructeurs d'ordures ménagères occupe la partie ouest, la partie est, qui est la plus

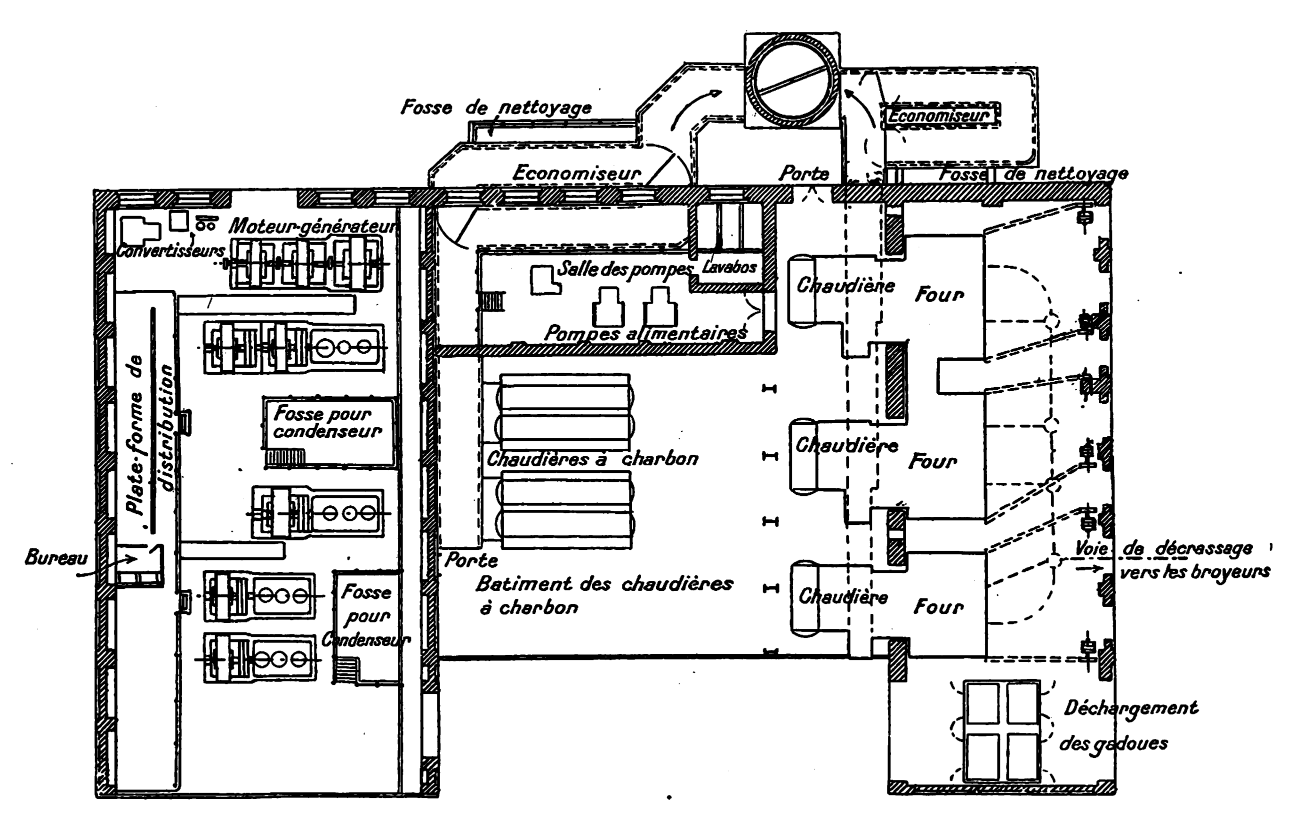


Fig. 2. — Installation de Greenock, plan d'ensemble.

vaste, constituant la salle des machines, tandis que les deux travées centrales renferment les chaudières des destructeurs et les chaudières à charbon. Les appareils destinés au traitement des scories ont été installés dans un bâtiment indépendant situé à l'ouest du bâtiment principal.

Les destructeurs consistent en six cellules ou foyers avec chambres de combustion spacieuses, disposées par paire, chaque paire constituant avec la chaudière à tubes d'eau, type marine, correspondante, une unité complète et indépendante. La figure 3 donne la coupe transversale par le foyer et la chaudière. Les grilles des fours, qui s'inclinent d'arrière en avant, ont chacune une surface de 2,325 m² et sont suffisantes pour brûler le contenu d'un



tombereau en une seule charge. Le soufflage d'air à haute pression est obtenu au moyen de ventilateurs à commande électrique avec vitesse variable; il y a une soufflerie par foyer. Les moteurs de commande sont complètement fermés et sont contrôlés d'un point situé près des portes de décrassage des foyers, un dispositif automatique étant prévu qui arrête le ventilateur lorsque la porte du foyer correspondant s'ouvre pour le décrassage. A leur sortie du foyer les scories sont conduites par un transporteur aérien, jusqu'au broyeur où elles sont brisées et criblées. On a prévu des jets de vapeur auxiliaires qui ne sont utilisés que dans le cas de dérangements dans les souffleries. Une chambre à poussière spéciale a été construite dans le carneau principal entre la chambre de combustion et la chaudière. Les chaudières sont munies de grilles auxiliaires pour le chauffage au charbon. Dans le cas d'une avarie à l'une des chaudières, les gaz arrivant du foyer peuvent être dirigés directement de la chambre de combustion vers la cheminée. Un second *bye-pass* permet également d'isoler l'économiseur en établissant directement la communication entre le carneau principal et la cheminée. Cette dernière a une hauteur de 45,70 m, un diamètre intérieur à la base de 3,05 m et est doublée intérieurement d'une chemise en briques réfractaires.

La conduite de vapeur venant des chaudières de destructeurs a un diamètre de 254 mm. La tuyauterie

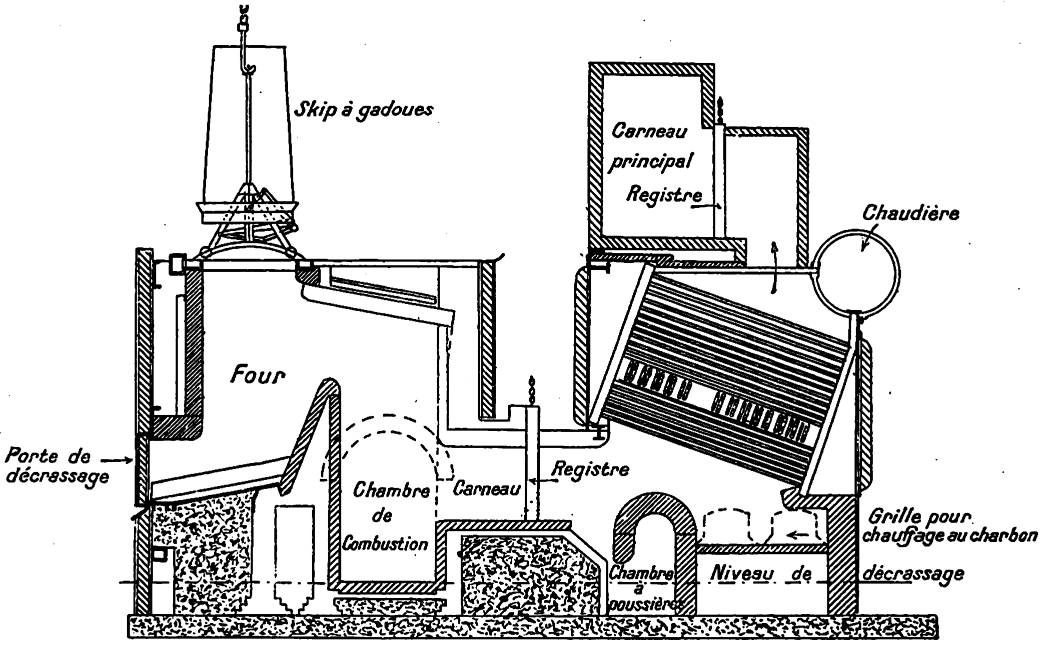


Fig. 3. — Installation de Greenock, section transversale montrant le destructeur et sa chaudière.

d'alimentation est disposée de façon à pouvoir alimenter les chaudières soit en passant par leur propre économiseur, soit en prenant l'eau sur la conduite d'eau chaude des chaudières à charbon. Un compteur d'eau chaude Kennedy est installé sur chaque conduite d'alimentation et des analyseurs enregistreurs de CO^2 ainsi que des indicateurs de tirage sont montés sur chaque carneau principal.

En plus de l'installation de destructeurs, la nouvelle usine de Greenock comprend :

Deux chaudières à charbon à double bouilleur, de chacune une capacité vaporisatrice de 7250 kg à l'heure. Ces chaudières son munies de grilles à chaîne et foyers mécaniques.

L'usine génératrice comprend deux groupes Bellis-Westinghouse à courant continu de 750 kw et deux de 400 kw, l'un de ces derniers étant disposé en groupe d'équilibre, les autres étant de simples génératrices à 500 volts. Avec de la vapeur surchauffée à 260° C. et un vide de 660,5 mm au condenseur, la consommation par kilowatt-heure a été de 8,074 kg de vapeur pour les groupes de 750 kw et de 8,382 kg pour les groupes de 400 kw. On emploie deux condenseurs à surface, l'eau de circulation arrivant par gravité d'un réservoir construit sur le cours d'un ancien aqueduc.

Dans les conditions normales de service la consommation moyenne de vapeur est de 12,020 kg par kilowatt-heure, y compris toutes pertes. Toutes les machines auxiliaires sont commandées électriquement. Le charbon employé a un pouvoir calorifique de 6450 calories et la consommation, comme on l'a déjà dit, s'élève à 2,040 kg par kilowatt-heure. L'énergie dépensée pour les machines et appareils auxiliaires : pompes alimentaires, foyers à chargement mécanique, pompe à air et économiseur, s'élève à 1,9 pour 100 des kilowatts-heure produits. La figure 4 montre les variations du débit de l'usine durant l'année finissant au 31 janvier 1909, la partie hachurée représentant la part qui revient aux destructeurs de gadoues et la ligne inférieure figurant l'énergie dépensée en force motrice et éclairage par l'installation de ces

destructeurs. Cette énergie s'élève à 12 pour 100 des kilowatts-heure produits par les destructeurs et se répartit

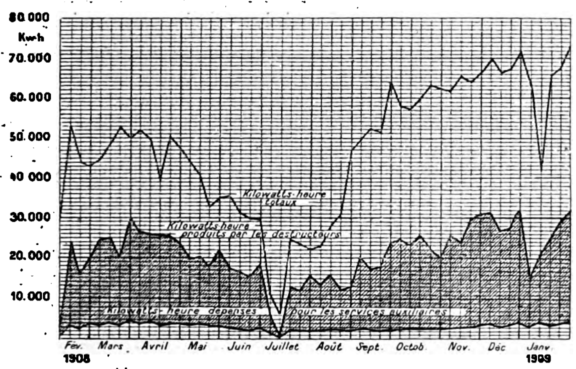


Fig. 4. — Destructeurs de Greenock : graphique de l'énergie électrique.

ainsi : commande des souffleries, 8,5 pour 100; appareils de levage, 1 pour 100; traitement des scories, 1,4 pour 100; éclairage, 1,1 pour 100. La dépense entraînée par la soufflerie est exceptionnellement élevée par suite de la pression anormale employée aux débuts de l'installation; on espère que ce chiffre sera réduit d'au moins 10 pour 100 dans l'avenir.

L'énergie est fournie au service d'incinération dans les mêmes conditions qu'aux autres consommateurs en tenant compte toutefois de l'absence de frais de distribution, Sur de telles bases le prix de l'énergie fut fixé à 6,3 centimes le kilowatt-heure, le facteur de charge étant estimé à 35 pour 100.

Si les essais de courte durée sont à peu près sans valeur au point de vue du rendement industriel de l'installation, ils permettent cependant de se rendre compte de la capacité ou puissance vaporisatrice du destructeur. Les chiffres indiqués ci-après se rapportent à l'un des trois essais effectués à Greenock, et il est intéressant de noter la différence relativement faible qui existe entre le résultat d'un tel essai et les résultats moyens d'exploitation portant sur tout une année. L'auteur fait remarquer en outre que, si le chiffre de 75 kilowatts-heure par tonne métrique a pu être dépassé dans des essais de destructeurs chargés à la main, par contre on ne semble pas avoir atteint jusqu'à présent, pour un service d'une année entière, le résultat moyen, obtenu à Greenock, de 66 kilowatts-heure par tonne métrique d'ordures ménagères incinérées. Et, comme ce chiffre comprend toutes les pertes, on doit le considérer comme excellent. Au surplus il faut rappeler que le mode de chargement adopté à Greenock l'a été avant tout pour raisons sanitaires, la production de vapeur n'étant envisagée que comme objet de second ordre. Enfin il faut noter que la première année a été surtout une époque d'expérimentation et de tâtonnements, ce qui laisse encore espérer de meilleurs résultats pour l'avenir.

Les frais d'évacuation des résidus sans valeur sont assez importants. Les frais de personnel pour le broyage et le criblage des scories sont eux-mêmes exceptionnellement élevés comparativement à la récupération réalisée par la vente de cette matière; l'auteur attribue ce fait à la difficulté de trouver un marché pour l'écoulement des scories durant la crise traversée par les industries du bâtiment en 1908.

Rapport de l'essai.

Date	29 octobre 1908
Durée de l'essai	8 heures
Nombre de cellules ou foyers	4
Surface de grille totale	7,44 m²
Système de tirage forcé	Souffleries à haute pression
Pression au cendrier	10 à 15 cm
Nature des gadoues	Ménagères et publiques
Personnel employé	2 chauffeurs, 1 homme pour manœuvre de la grue, 1 surveillant.
Nombre, dimensions et type des chaudières	2 Babcock et Wilcox de 192 m² de surface de chauffe
Nombre de tubes des économiseurs Green	240 tubes en 2 sections
Quantité totale de gadoues incinérées	32760 kg
Quantité totale par foyer et par 24 heures	24570 kg
Quantité totale par m² de surface de grille et par heure	46,720 kg
Poids total d'eau vaporisée	36515 kg
— par m² de surface de chauffe et par heure	1,102 kg
Poids total d'eau vaporisée par kilogramme de gadoues incinérées dans les conditions de l'essai	503 gr
Poids total d'eau vaporisée par kilogramme de gadoues de ville, prise à 100° C	640 gr
Pression moyenne de la vapeur	13,7 kg : cm²
Surchauffe de la vapeur	295°,5 C
Température moyenne d'alimentation à l'entrée dans l'économiseur	33° C
Nombre total de kilowatts-heure produits	3101,5 kw : h
Kilowatts-heure par tonne métrique de gadoues	96,4

FRAIS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT

comprenant d'une part l'achat du terrain, d'autre part le coût de la cheminée, des bâtiments, destructeurs, chaudières, économiseur, ainsi qu'une partie des tuyauteries de vapeur et d'alimentation. Total : 500000 fr.

RÉSULTATS D'EXPLOITATION POUR L'ANNÉE FINISSANT AU 31 JANVIER 1909.

Dépenses.

	Totales. fr	Par tonne métrique. fr
Personnel : Service des destructeurs	23600	1,37
— Traitement des résidus	3380	0,20
Réparations : Bâtiments	1000	0,23
— Matériel	3000	
Évacuation des résidus invendables	3400	0,20
Force motrice et lumière	8330	0,48
Taxes diverses, assurances	2100	0,12
Direction	1640	0,09
Total	46450	2,69

7..

Recettes.

	Totales.	Par tonne métrique.
	fr	
Vente de la vapeur	42000	
Vente des scories	1650	fr
Total	43650	2,53
Soit une dépense nette de 46450 — 43650 =	2800	0,16
Frais d'amortissement, $\frac{1}{30}$ du capital	16700	0,97
Intérêts à 3,5 pour 100 sur capital	17500	1,01
Dépense nette et totale	37000	2,14

RÉSULTATS TECHNIQUES.

Quantité totale d'ordures ménagères détruites	17267 t
Kilowatts-heure produits par les destructeurs	1142064
Kilowatts-heure dépensés pour force motrice et éclairage	132006
Kilowatts-heure produits par tonne métrique	66,2
Quantité totale de scories produites	5423 t
Quantité totale de scories vendues	1307 t

En terminant, l'auteur résume comme suit les conclusions de son étude :

1° Si la question est bien étudiée, les gadoues de ville pourront être détruites dans une installation combinée sans donner lieu à des troubles, pourvu toutefois que le but hygiénique du destructeur soit considéré comme d'importance primordiale.

2° Dans le cas où les conditions locales permettent d'utiliser la vapeur durant au moins 9 heures par jour, il y aura un avantage économique réel à combiner l'usine d'électricité avec les destructeurs de gadoues.

3° Une installation combinée ne devra être entreprise qu'après une étude très sérieuse et en prenant conseil auprès des spécialistes.

4° Dans l'intérêt des rendements l'installation combinée devra être sous le contrôle de l'ingénieur électricien.

5° Le règlement financier entre le service d'incinération et le service de la station se fera sur les bases du coût de la vapeur produite, en tenant compte, s'il y a lieu, de l'économie réalisée dans les frais de premier établissement et de main-d'œuvre. G. S.

GÉNÉRATEURS DE VAPEUR.

Les chaudières à grilles mécaniques; leur emploi dans les stations centrales à vapeur.

La question de la main-d'œuvre, dans les chaufferies des grandes stations centrales à vapeur dont le nombre et l'importance augmentent chaque jour et où la production intensive de la vapeur comme force motrice entre pour la plus large part dans les frais d'exploitation, devient de plus en plus difficile à solutionner d'une façon satisfaisante avec les anciennes chaudières à chauffage à la main. Ces dernières semblent être arrivées à leur maximum de rendement thermique et industriel et exigent un personnel expérimenté actuellement assez difficile à recruter même en payant fort cher.

Après de longues recherches et des essais difficiles, on est arrivé, dans ces dernières années, à remplacer avantageusement les anciennes chaudières chargées à la main par des chaudières à grilles mécaniques, à chargement et à décrassage automatiques.

La solution du problème présentait de sérieuses difficultés parceque ces chaudières devaient permettre une marche économique et un réglage facile de la combustion avec des combustibles différents, malgré les variations inévitables dans l'allure de la vaporisation suivant les charges demandées.

Il fallait de plus concevoir un ensemble d'organes mécaniques robustes, qui puissent sans danger de rapides détériorations subir les changements brusques de température provoquant dans ces organes de continuelles dilatations et contractions.

Le principe de la chaudière à grille mécanique est le suivant : amener sur la grille d'une façon continue une quantité de combustible qu'on pourra faire varier facilement suivant sa nature et la demande de la chaudière; le brûler d'une façon complète et se débarrasser des cendres et mâchefers sans qu'il soit nécessaire pour cela d'ouvrir l'enceinte fermée où se trouve la grille.

Nous verrons comment différents constructeurs ont résolu ce difficultueux problème et nous allons d'abord énoncer les avantages principaux que présente le chauffage par grilles mécaniques sur l'ancien chauffage à la main.

1° Ces chaudières donnent une production de vapeur extrêmement régulière, puisqu'elles fonctionnent d'une façon continue et sans à-coups.

2° Elles utilisent la combustion du charbon de la façon la plus logique, puisqu'elles permettent de faire varier la durée de cette combustion suivant la nature du combustible et d'en régler la quantité d'une façon régulière, et sans entassement suivant la demande.

3° Elles n'admettent dans le foyer l'air nécessaire à la combustion que par les interstices des barreaux de grille, et empêchent les rentrées d'air froid en supprimant l'ouverture des portes pour le chargement, le piquage et le décrassage.

4° Elles permettent de beaucoup diminuer le prix de revient de manutention du combustible, en s'adaptant parfaitement au transport mécanique de ce dernier.

5° Enfin, si leur conduite demande un chef chauffeur intelligent et actif, elle n'exige en revanche, du reste du personnel, qu'un travail beaucoup moins pénible, sans difficultés et sans aptitudes spéciales de métier.

Il existe beaucoup de types de chaudières à grilles mécaniques, mais les différents systèmes peuvent se classer en deux grandes catégories :

1° Celles dans lesquelles l'alimentation de charbon se fait par le dessus de la grille;

2° Celles dans lesquelles l'alimentation de charbon se fait par le dessous du feu.

Dans les premières, le charbon qui arrive de la trémie sur la grille est entraîné par un mouvement de translation de celle-ci, de l'avant vers le fond du foyer; le charbon distille sur l'avant par suite de la chaleur rayonnée par la voûte du foyer qui est plus longue que dans les chaudières ordinaires, les gaz s'enflamment et le charbon transformé en coke continue à brûler jusqu'au bout de la grille où les cendres tombent sur les décrasseurs.

Pour régler la combustion, on voit qu'il faudra faire

varier la vitesse de la grille et l'épaisseur de la couche de charbon.

Le principe même de ces grilles indique qu'on ne pourra y employer que des charbons gras, demi-gras, ou des lignites, puisque le charbon n'arrive pas au cœur même du foyer mais que la combustion est progressive, et nécessite une forte température de la voûte.

Dans la seconde catégorie des foyers automatiques le charbon arrive sur la grille par le milieu, au cœur même de la combustion et s'étale ensuite sur les côtés de la grille; un mouvement mécanique en permet le cheminement jusque sur les appareils de décrassage qui se trouvent sur les côtés latéraux de la grille.

On fait varier l'allure de marche de la chaudière en réglant la quantité de charbon ainsi que la vitesse de cheminement.

Dans les descriptions qui vont suivre nous distinguerons dans une grille mécanique quatre parties principales :

1° Le foyer;
2° La grille;
3° L'appareil de chargement;
4° Le mécanisme.

Grilles mécaniques Babcock et Wilcox (*fig.* 1 à 4). — La maison Babcock et Wilcox a adapté à ses chaudières multitubulaires un système de grille mécanique qui se classe dans la première catégorie.

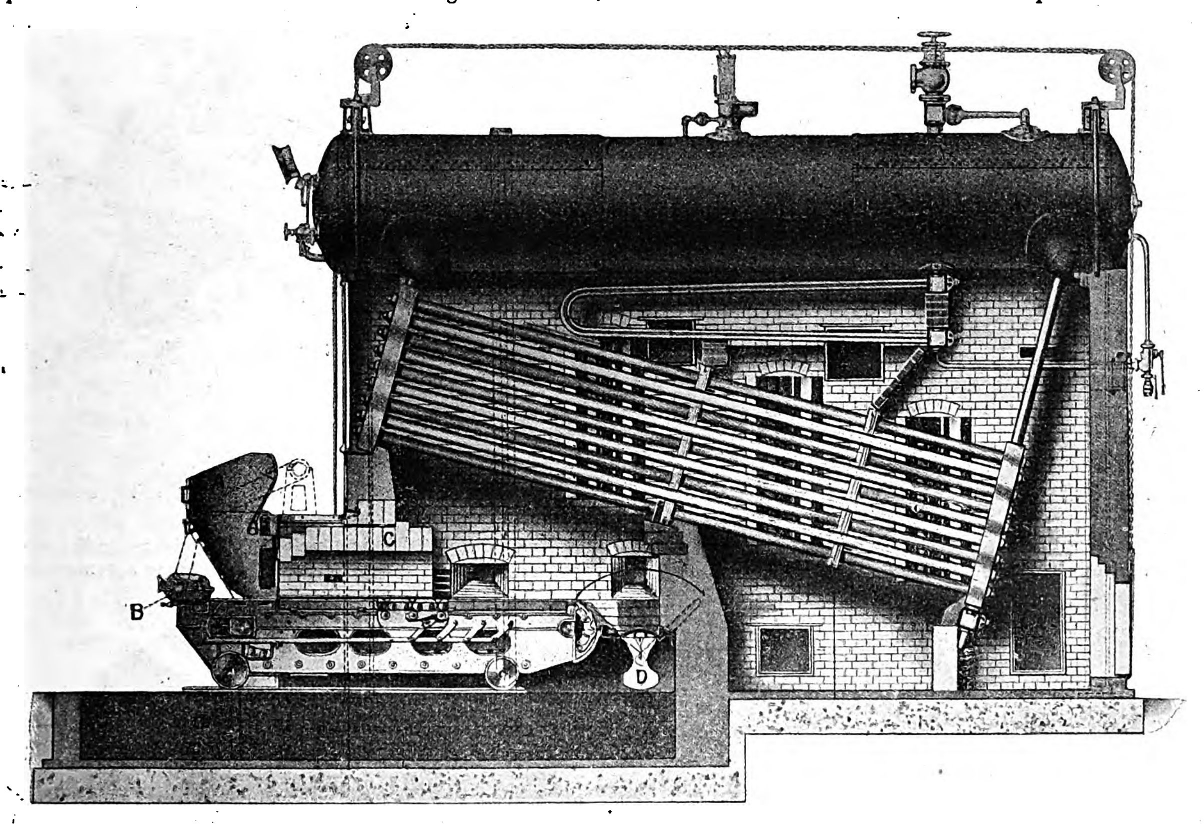


Fig. 1. — Ensemble d'une chaudière Babcock et Wilcox, type normal avec surchauffeur Babcock et Wilcox et grille mécanique Babcock et Wilcox.

A. Trémie. — B. Moteur électrique. — C. Voûte du foyer. — D. Volet.

1° Le foyer est assez semblable aux foyers des grilles ordinaires sauf que la voûte est beaucoup plus longue; c'est la chaleur rayonnée par cette voûte qui distille le charbon et enflamme les gaz.

2° La grille est constituée par une série de barreaux en fonte spéciale et de faible longueur; ils s'emboîtent latéralement les uns dans les autres et sont reliés entre eux par des axes d'oscillations. Leur ensemble forme une chaîne sans fin qui engrène sur un axe moteur à pignons. Cet axe tourne dans deux coussinets qui peuvent coulisser dans deux évidements pratiqués dans les flasques latérales et qui permettent de tendre la chaîne.

A l'arrière la grille engrène sur un tourteau identique qui tourne dans des coussinets fixes.

Les deux flasques latérales sont maintenues parallèles par des entretoises munies de rouleaux qui facilitent le mouvement de la grille.

Tout cet ensemble est porté sur un chariot qui permet de sortir la grille devant la chaudière lorsqu'on veut effectuer une réparation.

3° L'appareil de chargement se compose d'une trémie

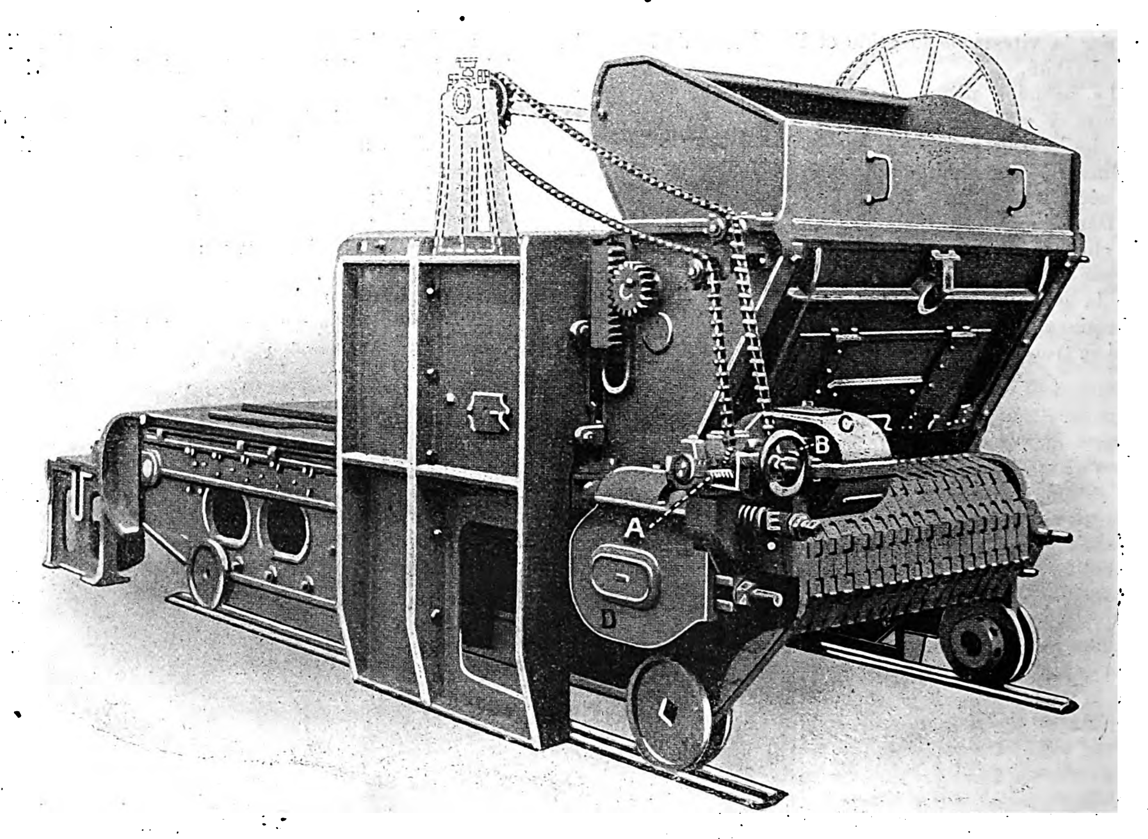


Fig. 2. — Grille fumivore à chargement automatique, système Babcock et Wilcox (vue de face, porte de foyer fermée, commande du tourteau par transmission supérieure).

A. Tige cannelée de variation des vitesses. — B. Volant de commande du multiplicateur. — C. Enveloppe de l'appareil multiplicateur. — D. Carter de l'engrenage commandant l'axe moteur. — E. Appareil de désembrayage automatique.

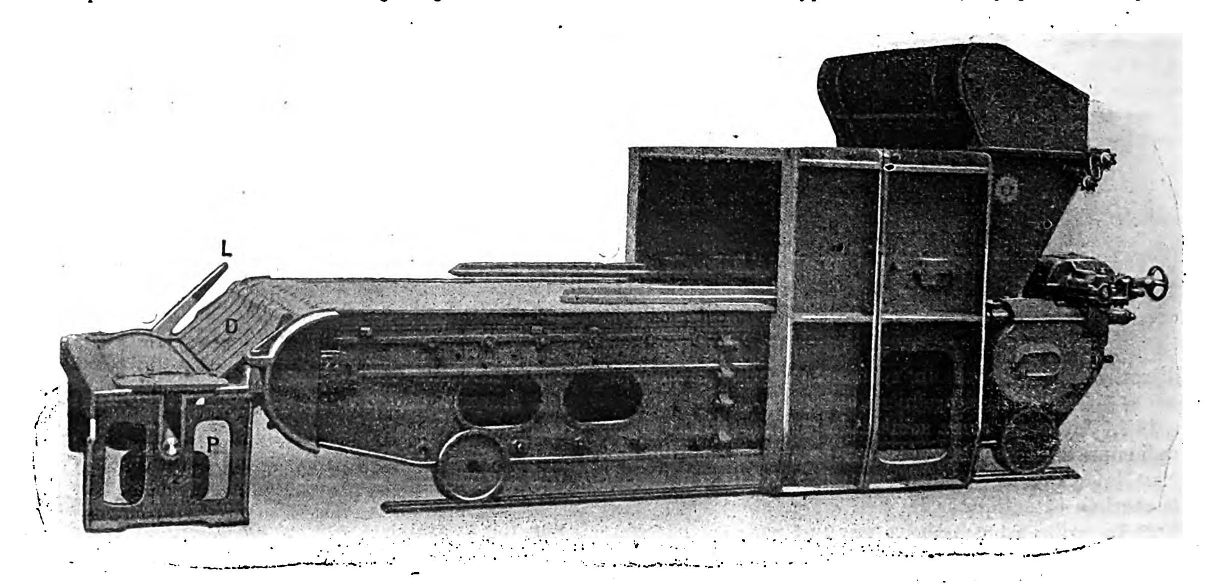


Fig. 3. — Grille fumivore à chargement automatique, système Babcock et Wilcox (vue latérale montrant le dispositif de décrassage).

D. Décrasseur. — L. Levier de manœuvre. — P. Contrepoids.

en tôle à l'intérieur de laquelle se trouve un volet également en tôle garnie intérieurement de pièces réfractaires et qui peut se déplacer de bas en haut à l'aide d'une manivelle commandant une vis sans fin, un pignon et une crémaillère.

C'est à l'aide de ce volet qu'on règle la hauteur de la couche de charbon. Un index à la crémaillère indique sur une échelle graduée l'épaisseur de la couche. Le devant de la grille est complètement obturé par une porte en tôle montée sur charnières qui peut se soulever lors des allumages.

4° Le mécanisme est en principe constitué par une roue dentée qui reçoit son mouvement d'une transmission supérieure ou inférieure suivant le cas, au moyen d'une chaîne à rouleaux. Ce mouvement est transmis à l'axe moteur à l'aide d'un système d'engrenages multiplicateurs et de deux vis sans fin perpendiculaires l'une à l'autre. La seconde vis est commandée par la première par l'intermédiaire d'un embrayage à friction dont on peut régler l'adhérence au moyen d'un ressort tendeur et qui doit désembrayer instantanément les organes moteurs au cas de résistance anormale dans la marche de la grille.

La mise en route, l'arrêt et les variations de vitesse

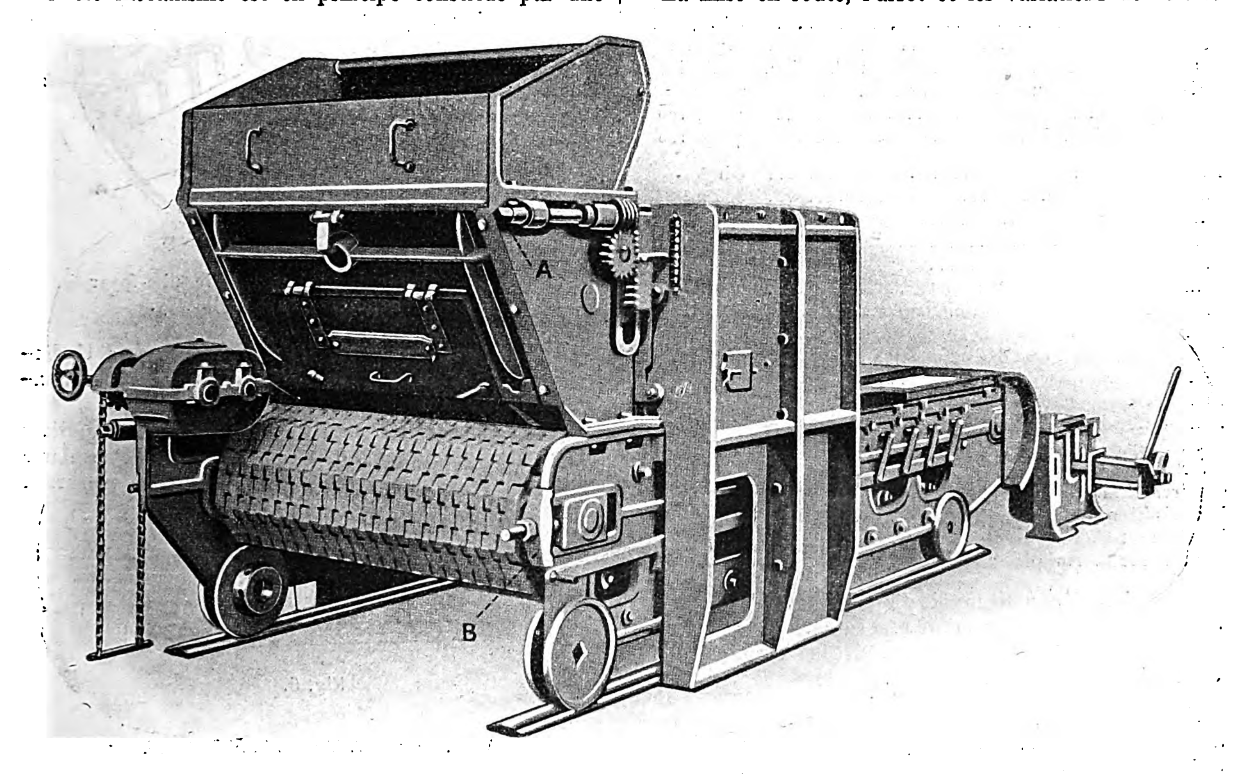


Fig. 4. — Grille fumivore à chargement automatique, système Babcock et Wilcox (vue de face : A, porte de foyer fermée; B, commande du tourteau par transmission inférieure).

sont obtenus au moyen du multiplicateur dont on peut faire varier les rapports de multiplication en agissant sur un petit volant. Ce dernier commande une tige cannelée qui peut coulisser à l'intérieur de l'arbre creux de la roue dentée motrice. On peut réaliser ainsi 4 vitesses différentes. Le système de décrassage est très simple et consiste en un volet de tôle qui affecte la forme d'une portion de cylindre. Il peut tourner autour d'un axe et s'éclipser pour laisser passer les cendres et mâchefers. Le mouvement de rotation qui se donne à la main au moyen d'un levier est facilité par un contrepoids. La ligne de décrasseurs placée devant le volet au-dessus du tourteau arrière a pour but de faire tomber les cendres et mâchefers sur ce volet.

Pour fixer les idées sur la consommation de puissance de ces foyers mécaniques nous dirons qu'une grille de 4 m² de surface exige environ $\frac{3}{4}$ de cheval en première vitesse et 1 cheval en quatrième; une grille de surface double, soit 8 m², environ 1,5 cheval en première vitesse et 1,8 à 2 en quatrième.

Le fonctionnement de ces grilles est bon et l'entretien n'est pas exagéré lorsqu'elles sont bien conduites et qu'on emploie un charbon approprié contenant une quantité suffisante de matières volatiles. Du reste, la maison Babcock et Wilcox a déjà de nombreuses et importantes installations de telles grilles. Elle a notamment essayé avec succès de brûler des lignites dans ces chaudières à foyers mécaniques; elle est arrivée à obtenir une vaporisation totale de 14 kg à 15 kg par mètre carré de surface de chauffe, un rendement de 5 kg de vapeur par kilogramme brut de combustible avec des « terres fines » de 5000 calories.

Voici des résultats d'essais effectués sur des chaudières Babcock et Wilcox munies de grilles mécaniques :

Durée de l'essai	5 h
Surface de chauffe	210 m²
Surface de grille	4,250 m²
Pression moyenne	7,300 kg:cm²
Température des gaz au registre	223°
Tirage moyen au registre	14,8 mm
Température de l'eau d'alimentation	4°,5
Eau totale vaporisée	15489 kg
Eau totale vaporisée par heure	3098 kg
Charbon total consommé brut humide	1900 kg
Charbon total consommé par heure et mètre carré de grille	85 kg
Cendres et mâchefers	6,7 p. 100
Vaporisation par kilog de charbon brut humide	8,152 kg
Puissance calorifique du combustible	7510^{cal}
Rendement thermique obtenu	72 p. 100
Rendement thermique garanti	70 p. 100

Durée de l'essai en heures	6 h
Surface de chauffe	335 m²
Surface de surchauffe	95 m²
Surface de grille	8,5 m²
Tirage moyen du registre	6,5 mm
Température des gaz au registre	200°
Pression moyenne au manomètre	12,650 kg:cm²
Température de la vapeur surchauffée	320°
Température de l'eau d'alimentation	9°
Eau totale vaporisée	39220 kg
Eau totale vaporisée par heure	6533 kg
Eau totale vaporisée par heure et mètre carré de surface de chauffe	19,500 kg
Charbon total consommé	4560 kg
Cendres et machefers	7,6 p. 100
Vaporisation par kilog de charbon brut humide	8,600 kg
Rendement thermique obtenu	82,7 p. 100
Rendement thermique garanti	80 p. 100

Cette chaudière était munie d'un surchauffeur de 95 m² et d'un économiseur Green de 120 tubes.

Dans ce dernier essai, le combustible employé était des braisettes lavées de Béthune.

FOYERS AUTOMATIQUES « UNDERFEED STOKERS » (*fig.* 5 à 12). — Les foyers automatiques « Underfeed Stokers » construits en France par la Société anonyme des foyers automatiques, rue de Sévigné, à Roubaix, se rangent dans la deuxième catégorie.

Le charbon arrive sur toute la longueur de la grille qui a la forme d'un dos d'âne et chemine sur les deux côtés jusque sur les décrasseurs.

L'alimentation du charbon se fait par le dessous du feu au moyen d'une auge centrale A (*fig.* 5) dans laquelle le combustible est poussé par un moyen mécanique. Le charbon frais monte ainsi graduellement vers la zone de combustion, sa température s'élève et il entre en combustion au point E où il rencontre l'air arrivant par les lumières ménagées dans les barreaux F et F'. Les matières volatiles se dégagent graduellement, et comme les gaz sont obligés de traverser des couches de combustibles de plus en plus chaudes, ils sont complètement brûlés en arrivant dans le foyer, ce qui assure la fumivorité de la combustion.

Le charbon transformé en coke se répand alors sur les deux versants de la grille, où il achève de brûler grâce à l'air qui passe par les ouvertures ménagées entre les grilles plates B.

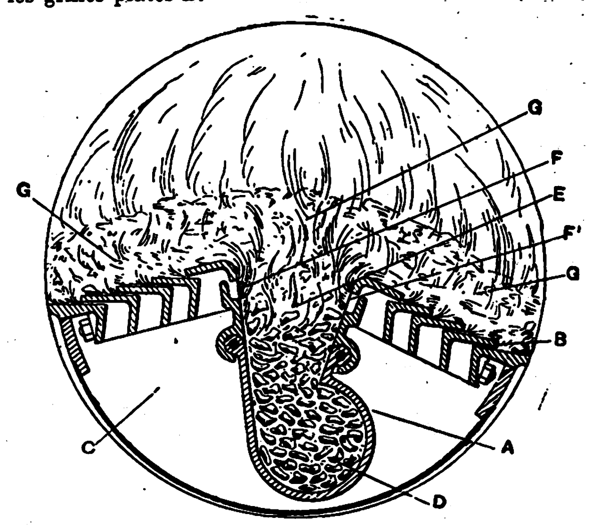
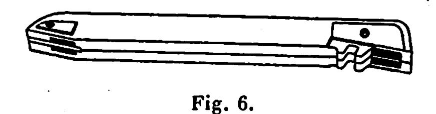


Fig. 5. — Coupe du Stoker dans le tube-foyer d'une chaudière genre Galloway.

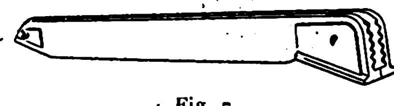
Il existe trois types de foyers mécaniques « Underfeed Stocker », suivant les différentes chaudières auxquelles ils s'adaptent.

1° Les Stockers « E » sont établis pour les chaudières de grandes dimensions. Un seul foyer de cette classe suffit pour l'équipement des chaudières mesurant jusqu'à 3,630 m de largeur de grille;

VUE PERSPECTIVE D'UN BARREAU MOBILE


Fig. 6.

VUE PERSPECTIVE D'UN BARREAU FIXE


Fig. 7.

2° Les Stockers « D » sont applicables aux chaudières à foyers intérieurs de grand diamètre et aux petites chaudières à foyers extérieurs;

3° Les Stockers « B » (*fig.* 5) sont spéciaux pour les chaudières à foyers intérieurs proprement dits (chaudières genre Galloway, Cornouailles) et des chaudières à foyers intérieurs et tubes de fumée.

Quels que soient les types des chaudières et des foyers le principe du Stocker reste le même et l'alimentation du charbon se fait par le dessous du feu.

Nous ne décrirons en détail que le type « E » (*fig.* 6 et suiv.) qui intéresse plus particulièrement notre sujet:

1° Le foyer garde sensiblement la même forme que celui de la chaudière chauffée à la main;

2° La grille se compose essentiellement de l'auge centrale et des deux versants. Les deux versants sont constitués par des barreaux alternativement fixes et mobiles (*fig.* 6 et 7). Ces derniers se déplacent d'un mouvement de va-et-vient dans des plans parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe de l'auge; l'am-

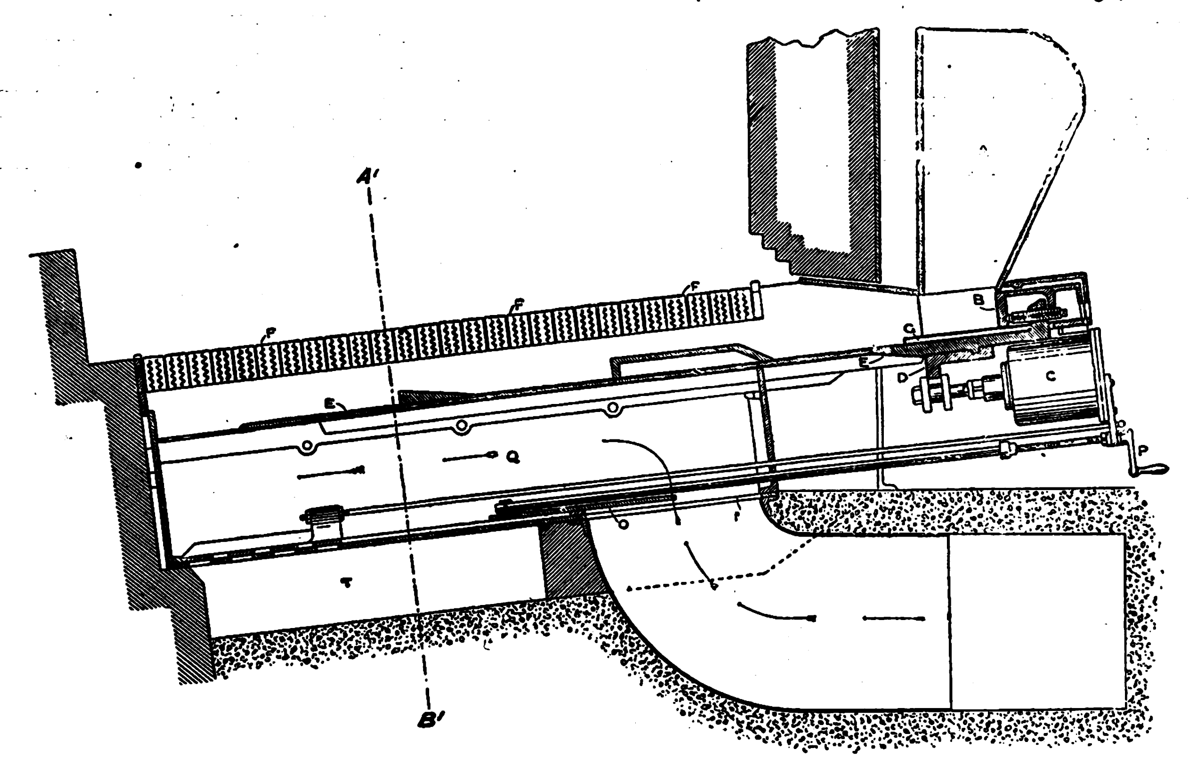


Fig. 8. — Coupe longitudinale du chargeur « Underfeed Stoker ».

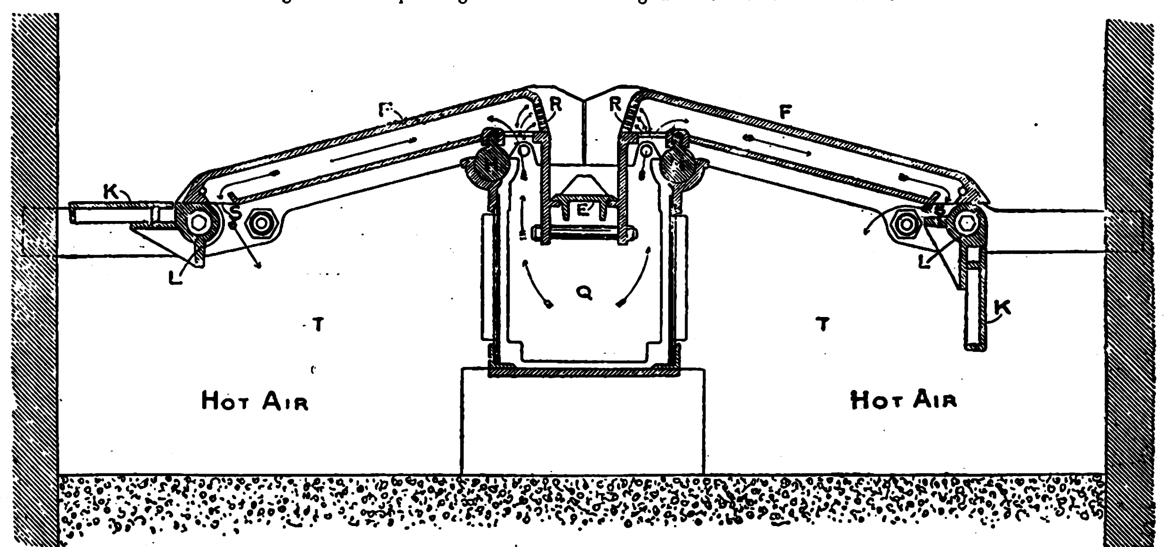


Fig. 9. — Coupe transversale du chargeur « Underfeed Stoker ».

plitude du mouvement est de 12 mm à 30 mm. Ce sont ces oscillations qui font descendre le combustible sur les décrasseurs;

3° L'appareil de chargement est constitué par une trémie A (*fig.* 8) en tôle;

4° Le mécanisme est simple et solide. Il est en prin-

cipe constitué par un cylindre à vapeur C qui commande une glissière E munie d'un poussoir B et de coins auxiliaires de poussée, de forme appropriée et de hauteur variable. Cette glissière qui occupe toute la longueur de l'auge, est fixée à la tête de tige du piston D. Le poussoir qui manœuvre dans le fond de la trémie A pousse le charbon vers l'intérieur et les coins auxiliaires de poussée produisent la répartition égale du charbon sur toute la longueur de la grille.

Le cheminement du charbon sur les versants est obtenu, comme nous l'avons dit, par un mouvement de va-et-vient des barreaux mobiles. Le nombre de ceux-ci est environ les deux tiers du nombre total des barreaux de la grille, l'autre tiers étant fixe.

Le mouvement de va-et-vient est obtenu de la façon suivante : les barreaux mobiles portent une encoche qui vient s'engager dans une dent disposée à la partie supérieure des barres d'agitation qui se prolongent sur toute la profondeur de la grille de part et d'autre de l'auge. Elles sont animées d'un mouvement oscillatoire

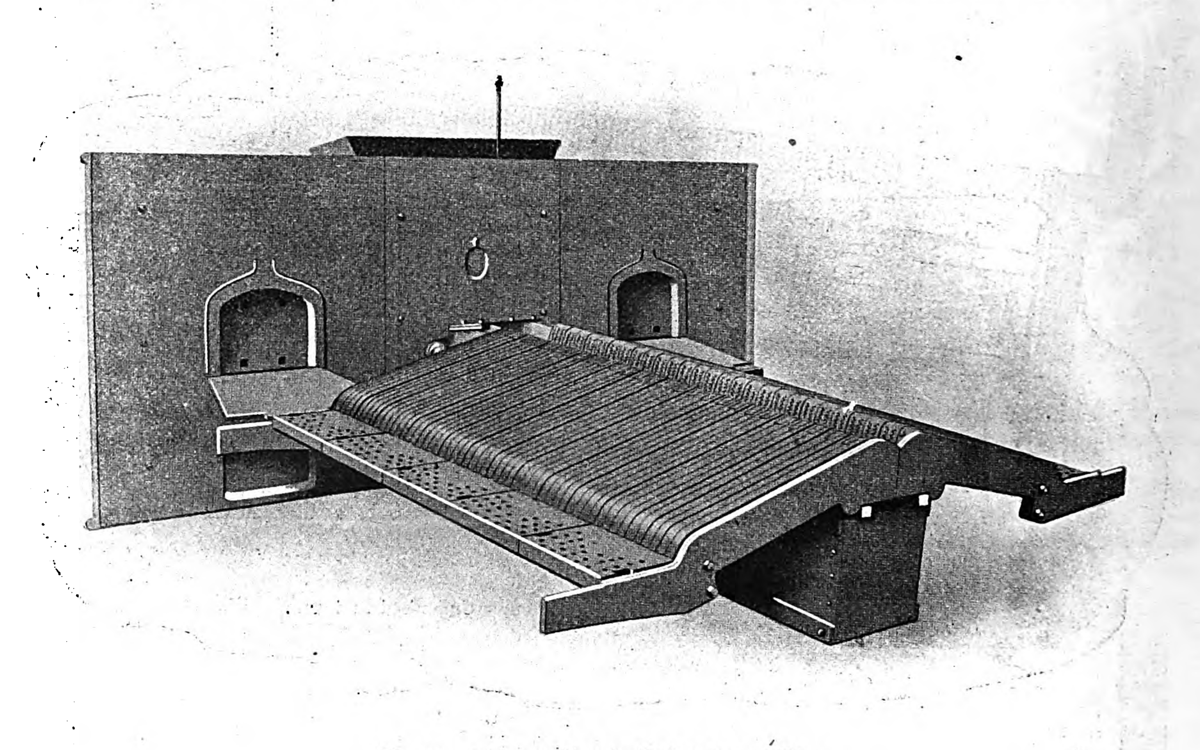


Fig. 10. — Vue arrière du Stoker type « E ».

qui leur est transmis par la tige de piston du cylindre à vapeur. La pièce D porte en effet deux bras rigides sur lesquels sont fixés des manchons munis de rainures hélicoïdales à pas très allongés et qui embrassent les hélices terminant les barres d'agitation.

Le mouvement rectiligne alternatif du piston est ainsi transformé en mouvement oscillatoire des barres d'agitation et des barreaux mobiles.

La vitesse du moteur à vapeur peut être réglée de 1 coup en 3 minutes à 15 coups par minute. Le poids du combustible introduit par course est de 2,5 kg à 3 kg.

Le mouvement des barreaux mobiles distribue le combustible sur la largeur du foyer et décolle les mâchefers. Ceux-ci cheminent vers les plaques de décrassage K (*fig.* 9). Ces plaques sont fixées sur un axe qu'on commande de l'extérieur au moyen d'un levier. Les plaques K basculent et laissent tomber les cendres dans le cendrier.

L'air nécessaire à la combustion est fourni par un ventilateur qui l'envoie dans un coffre Q. On peut régler cette quantité d'air au moyen d'un registre qui se manœuvre par la manivelle P. L'air passe en partie par les lumières R pratiquées dans les barreaux F et sert à l'allumage du charbon; il chemine ensuite à l'intérieur de ces barreaux pour déboucher dans le cendrier par les ouvertures S et de là passer entre les interstices des barreaux pour brûler le coke répandu sur les deux versants de la grille.

Nous donnons ci-dessous les résultats de deux essais effectués sur des chaudières pourvues de grilles Underfeed Stoker.

Essais comparatifs de vaporisation faits successivement sur deux chaudières semi-tubulaires munies, l'une d'une grille ordinaire, l'autre d'une grille Underfeed Stoker (chargement automatique).

Surface de chauffe de chaque chaudière	180 m²
Surface de grille (grille ordinaire)..............	3,80 m²

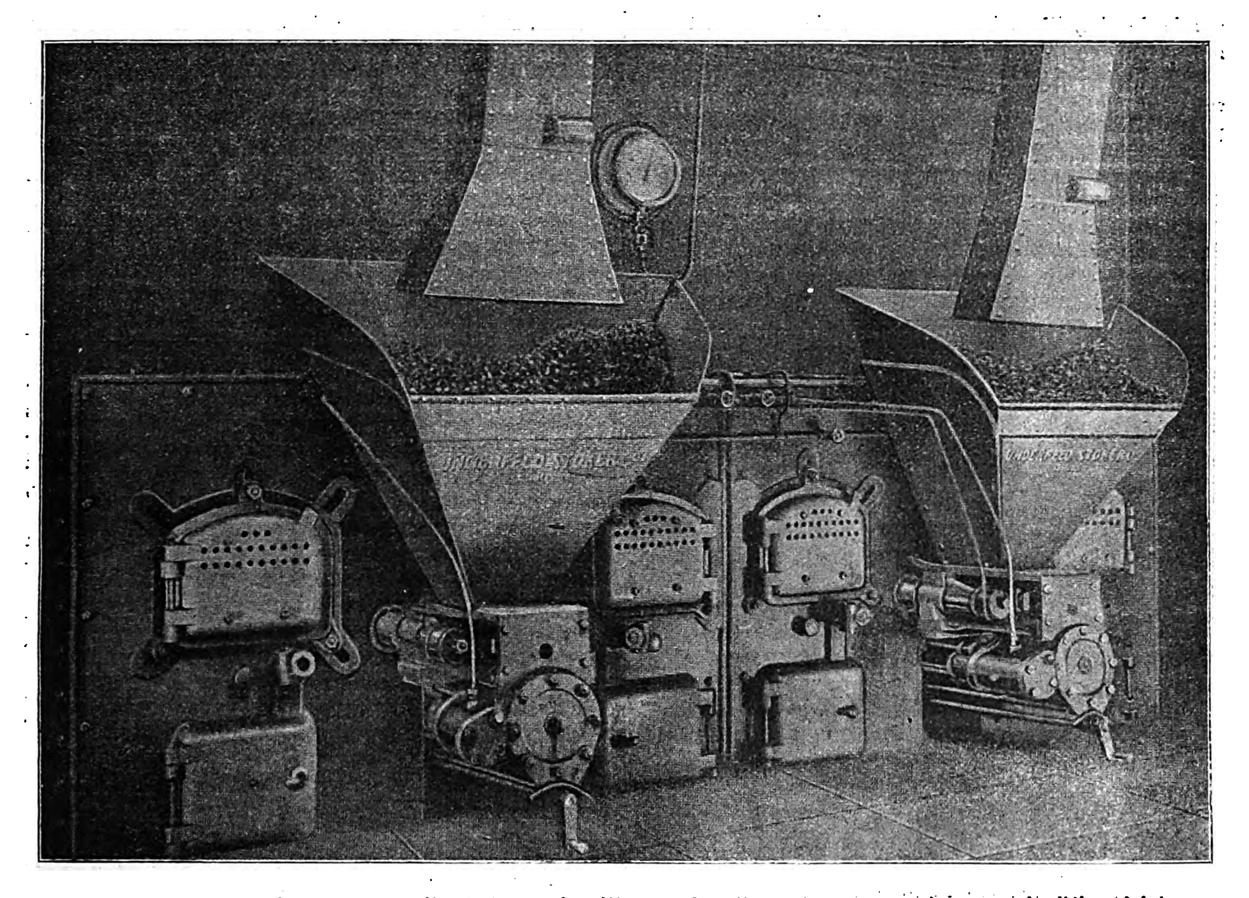


Fig. 11. — Stokers classe « E » appliqués à une chaudière à tubes d'eau, dans une station centrale d'électricité.

Chaudière en expérience.	Grille ordinaire.	Grille Stoker.
Durée de l'essai	10h 10	10h
Pression moyenne	3,500 kg : cm²	3,460 kg : cm²
Poids d'eau alimentée et vaporisée	21 119 kg	21 591 kg
Température de cette eau	57°4	54°
Coefficient de réduction à 0° et 15 kg : cm² de pression	0,907 266	0,912 276
Poids de combustible humide brûlé	2823 kg	2556 kg
Humidité en pour 100	9,03	9,7
Humidité à déduire	255 kg	248 kg
Combustible sec brûlé	2568 kg	2308 kg
Cendres et scories de décrassage	316 kg	278 kg
Eau vaporisée dans les conditions de l'essai par kilogramme de charbon sec	8,461 kg	8,534 kg

Essai sur une chaudière multitubulaire, système Garbe, verticale construite par la Société alsacienne de Constructions mécaniques et munie d'un foyer Underfeed Stoker.

Surface de chauffe	120 m²
Surface de grille	3,22 m²
Durée	9h
Pouvoir calorifique	7504cal
Charbon brûlé	3024 kg
Déchets	271 kg
Eau vaporisée pendant l'essai	25 619 kg
Eau vaporisée par heure et mètre carré de surface de chauffe	23,5 kg
Température de l'eau avant le réchauffeur	26°
Température de l'eau après le réchauffeur	109°
Pression effective de la vapeur	13,41 kg : cm²
Température de la vapeur surchauffée	314°
Vaporisation industrielle par kilog de combustible	8,47 kg
Rendement thermique de l'installation	80,1 p. 100

Ce dernier essai a été fait en employant des braisettes lavées de Charleroi; ajoutons qu'on a essayé avec succès de brûler avec les foyers automatiques « Underfeed Stoker » des barrés de lavage de 0 mm à 50 mm de grosseur, contenant jusqu'à 45 pour 100 de cendres et 5 pour 100 d'eau.

En résumé, les chaudières à grilles mécaniques présentent pour les stations centrales des avantages incontestables sur les anciennes chaudières chauffées à la main.

Leur prix d'achat est évidemment plus élevé, mais cet inconvénient est largement compensé par l'augmentation de rendement et la diminution de main-d'œuvre.

Une chaufferie moderne de station centrale à vapeur

munie de chaudières à foyers automatiques permet une manutention mécanique complète du charbon.

Comme on peut le voir par les quelques photographies ci-jointes, on a en général recours à une alimentation par le dessus (*fig.* 10 à 12).

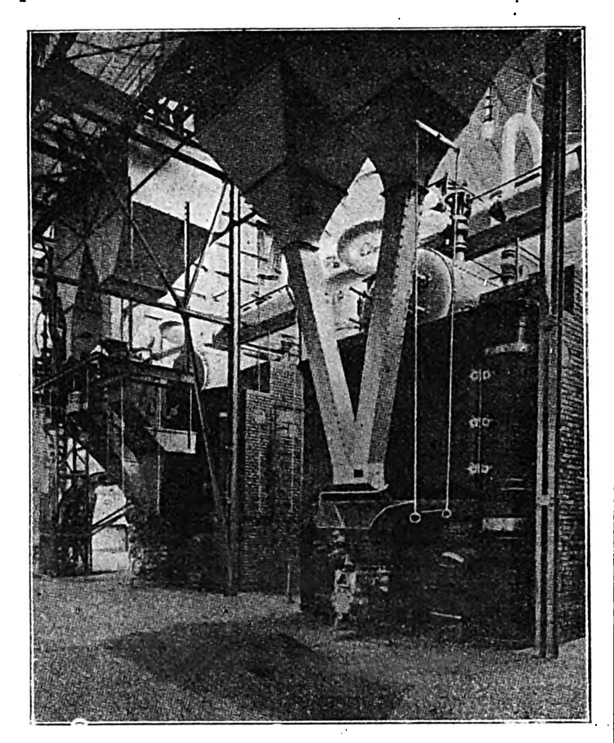


Fig. 12. — Partie de l'installation de 10 chargeurs « Underfeed » à l'Exposition de Bruxelles.

Le charbon, déchargé dans des silos placés au-dessus des chaudières, descend directement dans les trémies de chargement par des goulottes.

On supprime ainsi le roulage et l'on réduit au minimum la perte de charbon par manutentions; ajoutons à cela que ces chaudières sont faciles à conduire et qu'elles n'exigent du personnel qu'un travail peu pénible et qui ne demande aucune aptitude spéciale de métier.

E. PIERNET.

MOTEURS THERMIQUES.

Emploi des moteurs à gaz ou des turbines à vapeur dans les charbonnages producteurs de coke [1].

Un charbonnage qui doit installer des fours à coke et une centrale électrique a le choix entre les deux systèmes suivants : 1° Fours à régénérateurs de chaleur, dont l'excès de gaz est utilisé dans des moteurs à explosions; 2° Fours sans régénérateurs, dont les gaz brûlés produisent de la vapeur utilisée dans des turbines ou des machines à piston.

M. C. Petit compare ces deux solutions en se basant sur des résultats d'installations existantes : comme terme de comparaison, il établit, dans chacun des deux cas, le prix de revient du kilowatt-heure, en ne tenant pas compte toutefois des frais généraux, généralement peu importants dans ce cas particulier.

Pour le premier système, après avoir déterminé successivement la quantité totale de gaz distillé, celle nécessaire au chauffage du four, celle en excès et la puissance utile, il trouve que le prix de revient du kilowatt-heure est de 1,645 centime ou 2,008 centimes suivant que le coefficient d'utilisation est de 65 pour 100 ou de 50 pour 100. Par coefficient d'utilisation il entend le rapport du nombre de kilowatts-heure consommés en une année par les feeders, au nombre de kilowatts-heure que la centrale pourrait leur fournir pendant le même laps de temps, si toutes les unités marchaient à pleine charge, sauf une restant toujours en réserve. Ainsi défini, ce coefficient, dans les centrales de charbonnage, varie généralement entre 50 et 65 pour 100.

Dans le deuxième système, l'auteur calcule d'abord la quantité de vapeur produite en comptant 810 kg par tonne de charbon sec, la puissance utile, et il trouve 1,503 centime pour prix de revient du kilowatt-heure avec coefficient d'utilisation de 65 pour 100. On n'a pas établi le prix de revient pour un coefficient d'utilisation de 50 pour 100 parce que dans ce cas la détermination de la consommation de combustible est sujette à trop d'aléas.

(1) C. PETIT, Communication faite le 3 avril à l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liége (*Revue universelle des Mines*, juin 1910).

Le réchauffage intermédiaire par la vapeur vive et surchauffée, dans les machines compound [1].

Dans cet article, les auteurs rendent compte d'essais qu'ils ont effectués avec une machine à vapeur compound de 800 chevaux, avec réchauffeur intermédiaire chauffé avec de la vapeur vive et surchauffée, des Établissements Stork, en vue de déterminer les avantages économiques de ce dispositif.

Ces essais comprenaient deux séries de mesures : la première pour établir la comparaison entre le fonctionnement de la machine avec et sans réchauffage intermédiaire, la seconde pour se rendre compte des avantages qu'il peut y avoir à faire usage pour ce réchauffage de vapeur surchauffée à très haute température.

Au moyen des chiffres relevés, les auteurs calculent, pour chaque essai, la consommation effective de vapeur par cheval-heure dans les deux cylindres et dans le cylindre à basse pression seul de la machine, en tenant compte du poids de la vapeur condensée dans le réchauffeur intermédiaire et dans les enveloppes de vapeur. Ils concluent qu'il y a, en règle générale, très peu d'avantages économiques à employer un réchauffeur intermédiaire chauffé avec de la vapeur vive fortement surchauffée, et que les résultats obtenus avec les chemises de vapeur des cylindres à basse pression sont à peu de chose près équivalents à ceux que donnent les réchauffeurs intermédiaires, plus coûteux et plus encombrants.

(1) GUTERMUTH et WATZINGER, *Zeits. des Ver. deutsch Ingen.*, 13 août 1910.



APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MÉTALLURGIE.

Commande électrique de quelques appareils spéciaux de la métallurgie.

1. Introduction. — Les premières applications électriques dans la métallurgie étaient relatives à la commande de divers engins de manutention et de levage. Nous avons vu dans une précédente étude ([1]) que l'électrification complète des appareils de manutention n'était pas toujours indiquée, que certains appareils étaient restés hydrauliques mais qu'en échange on devait électrifier les stations d'eau sous pression qui les alimentent.

Nous allons étudier maintenant la commande des appareils de manutention et de déformation équipés électriquement.

On distingue parmi ceux-ci dans un laminoir moderne :

1° Ponts roulants et treuils divers ordinaires;

2° Appareils à marche dure : rippeurs, rouleaux transporteurs, rouleaux réversibles, ponts roulants spéciaux (enfourneuses, défourneuses, etc.); commande des vis de serrage des trains;

3° Appareils à marche très dure, appelée aussi *marche forcée :* rouleaux entraîneurs des trains blooming, tabliers releveurs, ponts roulants et rippeurs;

4° Appareils à volant d'inertie : cisailles, dresseuses.

Ces appareils servent d'intermédiaires entre les trains de laminoir et l'aciérie d'un côté et le dépôt des produits finis d'un autre côté. Ils amènent les lingots aux trains, enlèvent le matériel laminé, le dirigent vers les cisailles, scies, dresseuses, etc. et de là vers le dépôt. Grâce à ces appareils, les diverses phases de fabrication se suivent pour ainsi dire d'une façon mathématique et l'on atteint aujourd'hui des chiffres de production autrefois impossibles.

On sait que toute station centrale moderne comporte un certain nombre d'appareils auxiliaires (transporteurs à charbon, pompes diverses, excitatrices, etc.), mais tous n'ont pas la même importance au point de vue de l'arrêt de la station. Il en est de même dans un laminoir moderne où les divers appareils de manutention et de déformation peuvent être classés en plusieurs catégories suivant leur répercussion sur la marche de l'ensemble en cas d'arrêt. Nous laisserons de côté cette classification qui ne rentrerait pas dans le cadre de cette étude. Il nous suffira de dire que certains de ces appareils constituent la partie vitale d'une usine métallurgique et que leur équipement électrique doit être prévu souvent avec plus de soin que celui des appareils de première catégorie d'une station centrale parce que : 1° les conditions de fonctionnement sont bien plus désavantageuses que dans une station centrale; 2° comme le font remarquer Henderson et Rushmore ([2]), une aciérie est unique en ce qui concerne la relation existant entre le prix d'installation et la valeur des produits finis. L'aciérie Gary, comportant des installations électriques coûteuses, peut laminer des produits d'une valeur égale à celle de toute son installation en quelques mois seulement. La perte par arrêt d'un train blooming américain, lors d'une bonne période industrielle, est comprise entre 1500 fr et 5000 fr à l'heure suivant la capacité du train.

Un tel progrès n'a été possible que quand l'industrie électrique a pu fournir des moteurs et appareils de manœuvre convenables pour la métallurgie. Au début il y a eu des mécomptes, ce qui a retardé l'introduction de l'électricité dans la métallurgie. En effet, on comprend facilement, d'après ce que nous disions plus haut, que le métallurgiste préférait garder les anciens appareils à vapeur ou hydrauliques inéconomiques mais sûrs plutôt que d'adopter de nouveaux appareils imparfaits.

Il y a encore un principe établi dans cette industrie : *la question de sécurité prime la question d'économie.* En effet, Shover, l'ingénieur des services électriques des aciéries Gary, dit avec raison ([3]) : « Le rendement réel de toute machine métallurgique est indiqué par le tonnage total fabriqué directement ou indirectement par elle par jour ou par an. Un moteur d'un rendement technique supérieur mais qui cause des arrêts est loin d'être si économique qu'un moteur travaillant une année entière sans donner lieu à un arrêt. »

2. Comparaison des machines motrices a vapeur avec les moteurs électriques. — Dans les anciennes usines les rouleaux, rippeurs, scies, etc. étaient commandés par des moteurs à vapeur à échappement à air libre. Si l'on ajoute à cela le travail intermittent, on peut se rendre compte de quelle façon inéconomique ils fonctionnaient. Quand il s'est agi d'électrifier ces appareils on ne possédait pas beaucoup de renseignements concernant la puissance, le couple de démarrage et le couple maximum. On connaissait la puissance nominale de la machine à vapeur (50 à 120 chevaux suivant le cas). Dans quelques cas, on a remplacé simplement la machine à vapeur par un moteur de même puissance et il en est résulté de graves mécomptes. Cela s'explique. Lors de l'installation de l'appareil mécanique, on ne connaissait pas exactement sa puissance et l'on prévoyait une machine à vapeur d'à peu près x chevaux. Le mécanicien n'avait pas à s'occuper de la puissance exacte nécessaire. En effet, une machine à vapeur surtout à marche intermittente et échappement à air libre ne possède pas de puissance normale proprement dite. Suivant le couple résistant à vaincre elle absorbera plus ou moins de vapeur avec une détente plus petite ou plus grande. Il peut même arriver qu'elle fonctionne à pleine admission sans détente. Elle développera à ce moment son couple maximum qui ne pourra plus être augmenté que par la

([1]) Voir *La Revue électrique* du 15 juin 1910.

([2]) *Proc. of the Am. Inst. of El. Eng.*, 30 juin 1909.

([3]) *Proc. of the Am. Inst. of El. Eng.*, 12 mars 1909.

pression de vapeur. Si l'effort à vaincre est plus grand, la machine cale.

En résumé, la machine à vapeur est très élastique; *elle assure la marche* malgré que le rendement économique soit quelquefois très bas.

Il n'en est pas ainsi dans un moteur électrique. Le couple est très élastique surtout pour les moteurs du type *intermittent*, mais si le couple élevé doit être développé longtemps, le moteur chauffera et finalement brûlera. La différence entre un moteur et une machine à vapeur a été d'ailleurs reconnue par les lamineurs et l'on entend souvent l'expression : *le moteur électrique n'est pas si fort que la machine à vapeur*, ou bien : un moteur électrique doit être plus fort que la machine à vapeur à remplacer. L'électricien doit donc connaître la puissance exacte de l'appareil, le couple de démarrage, le couple maximum et la nature de la marche intermittente pour prévoir son appareil en conséquence. Il doit également tenir compte de la durée minima imposée dans certains appareils pour le démarrage. Le mécanicien n'avait pas à s'en occuper car aussitôt la vapeur admise, la machine se mettait pour ainsi dire instantanément en route. Il n'en est plus de même pour le moteur électrique possédant une certaine inertie et nous devons rechercher par tous les moyens de faciliter la tâche du moteur. Cela conduit indirectement à approfondir les conditions de marche.

L'électricien doit également examiner la vitesse à choisir pour son moteur. Dans les appareils à vapeur on avait une certaine expérience et l'on savait la vitesse pratique possible pour chaque type de machine motrice, que l'on n'aurait pas changée. Les électriciens ont eu la tendance d'adopter de grandes vitesses angulaires pour réduire l'emplacement et pour obtenir des moteurs économiques. Cela est logique et se justifie dans beaucoup de cas. Mais avec la vitesse est liée une force vive correspondante, et pour la détruire ou la créer, il faut compter avec un autre facteur. Cet autre facteur est le temps nécessaire pour passer d'un état d'inertie à l'autre, lequel est fonction à son tour de la vitesse angulaire et de la masse en rotation. On est ainsi conduit dans les services intermittents, nécessitant des démarrages et arrêts vifs, à réduire notablement le moment d'inertie des parties tournantes. Pour cette catégorie d'appareils il y a lieu de choisir une vitesse approximative convenable, fonction par conséquent non seulement des conditions mécaniques de l'installation, mais aussi du démarrage, c'est-à-dire de la condition électrique. On diminue d'ailleurs ainsi indirectement la force vive des parties mécaniques. La condition électrique prime donc la condition mécanique. On devrait en tenir compte en général pour tous les appareils de manutention métallurgiques ou analogues. Voici par exemple un cas caractéristique : le mouvement de levage d'un pont à courtes périodes de marche comportait un moteur de 25 chevaux à 600 tours. On désirait installer un deuxième pont identique au premier mais ayant une vitesse de levage double. Sans doute pour ne pas changer les organes mécaniques le constructeur plaça tout simplement un moteur de 50 chevaux à 1200 tours. L'installation a donné lieu à de nombreux ennuis d'ordre électrique et mécanique et finalement on dut remplacer ce moteur par un autre à vitesse plus faible qui donna satisfaction.

3. Développement des moteurs. — En général tous les moteurs employés pour la commande d'appareils de manutention sont blindés hermétiques. Nous considérerons d'abord les moteurs à courant continu et nous verrons comment on est arrivé au type actuel.

En Amérique les premières applications trouvèrent les usines métallurgiques équipées avec le courant continu à 220-250 volts. Il est remarquable que presque toutes les usines américaines ont adopté cette tension qu'elles ont d'ailleurs conservée jusqu'à l'heure actuelle. Bien que dans la traction le moteur à 500 volts eût déjà fait ses preuves, on craignait d'introduire cette tension dans les usines métallurgiques à cause des poussières métalliques, ce qui est injustifié à notre avis. En dehors de la question des lignes, la tension supérieure offre d'autres avantages : les appareils de manœuvre sont beaucoup plus petits pour 500 que pour 220 volts. Pour les connexions des grands moteurs il faut de fortes sections de câble et des prises de courant assez grandes, ce qui est un inconvénient pour des appareils de levage mobiles à 5-6 moteurs comme on en rencontre souvent dans la métallurgie.

La tension de 250 volts n'offre un avantage certain que pour les petits moteurs à excitation shunt.

Pour les services durs on emprunta le moteur de traction qui fut rebobiné pour 250 volts (Shover). En effet le service de traction a été considéré longtemps comme très dur pour les moteurs. Mais ce moteur s'est montré insuffisant pour la nouvelle tâche aussi bien électriquement que mécaniquement. Dans la traction, les démarrages et arrêts sont moins fréquents que dans les laminoirs, les changements de marche sont rarement nécessaires et les surcharges constituent une exception. En outre le service n'est pas continu et l'on n'a pas à compter avec une ambiante élevée. Les collecteurs à 500 volts étaient trop étroits pour supporter le courant à 250 volts.

Les chocs auxquels sont exposés les moteurs de traction sont amortis par les ressorts. On essaya de créer un moteur avec suspension à ressorts pour la métallurgie (Union, Siemens) et l'on obtint une construction très intéressante mais qui a été, finalement, abandonnée.

Les carcasses type traction étaient de dimensions trop réduites et le bobinage était peu accessible. L'entretien était rendu difficile car les conditions d'entretien ne sont pas les mêmes dans la traction que dans la métallurgie. Un moteur métallurgique doit pouvoir être visité facilement sur place, autrement il est négligé et l'exploitation en souffre.

En Amérique, plusieurs constructeurs ont étudié des types spéciaux pour la métallurgie après consultation avec les spécialistes. Les conditions imposées étaient [1]: la commutation doit être telle que les renversements brusques et les surcharges soudaines et fortes ne détériorent pas le collecteur et ne produisent pas des échauffements exagérés. L'isolement des enroulements est à prévoir pour résister à la chaleur, l'induit doit avoir un diamètre aussi faible que possible pour réduire l'inertie et faciliter les démarrages vifs, les arrêts et les inversions. Enfin les enroulements doivent être protégés contre les déformations résultant des vibrations.

[1] *Electrical World*, 7 mars 1908.



On renforça donc le type traction et l'on créa le moteur *type intermittent* pour la métallurgie (*mill motor*, suivant la désignation américaine). Ce moteur comporte en général une excitation série complétée par une excitation shunt pour les appareils dont le couple résistant à vide est trop faible. Pour résister au choc on dut augmenter les dimensions des arbres et des paliers. La carcasse fut renforcée et établie en acier et l'entrefer fut augmenté. En outre elle fut divisée en deux parties suivant un plan horizontal passant par l'axe du moteur. Les paliers sont également divisés en deux parties. On a empêché les projections d'huile sur les collecteurs en faisant des paliers et réservoirs à l'extérieur de la carcasse. Au point de vue mécanique on obtint donc un moteur donnant satisfaction.

En Angleterre la tension adoptée est également en général 220 à 250 volts.

En Allemagne, on rencontre la tension de 500 volts.

Enfin en France toutes les grandes usines métallurgiques ont adopté une tension voisine de 500 volts (440 à 550 volts). Les grands constructeurs allemands et quelques constructeurs français ont établi également un moteur blindé pour les appareils métallurgiques ou analogues avec carcasse octogonale en deux parties permettant un démontage rapide de l'induit.

Enfin quelques constructeurs prévoient les moteurs de la série type intermittent avec pôles auxiliaires permettant d'obtenir une marche tout à fait sans étincelles au collecteur même pour des fortes surcharges. Pour une marche très intermittente on peut donc employer un type plus petit, car la puissance n'est plus limitée pratiquement que par l'échauffement et non, comme dans les moteurs ordinaires, par la formation d'étincelles.

Rappelons enfin les avantages du moteur à courant continu :

Grand couple de démarrage, possibilité de surcharge, variation de vitesse presque sans pertes;

Facilité de freinage électrique;

Freinage électromécanique sûr. Les électros employés sont tout à fait à point et de construction courante.

Amenée de courant et distribution très commodes. Ce point n'est pas négligeable. Il a son importance ici comme dans la traction (bien qu'on n'emploie pas le retour par la terre dans la métallurgie); par exemple pour les appareils de manutention mobiles à 5-6 moteurs (chargeuses, rippeurs, etc.).

Moteurs triphasés. — En Amérique l'arrivée du moteur d'induction trouva les aciéries équipées avec des moteurs à courant continu, mais par suite de ses qualités il s'est introduit de lui-même dans l'industrie métallurgique pour les commandes où l'on n'avait pas besoin d'utiliser les qualités spéciales du moteur à courant continu (Shover). La tension employée est de 440 volts et la fréquence habituelle 25 ou 60 périodes. En Angleterre on rencontre en général la tension de 400 ou 440 volts. Enfin en France et en Allemagne on trouve la tension de 500 volts et la fréquence de 50 périodes.

Les Américains, de même que quelques constructeurs européens, ont créé également un moteur triphasé type intermittent qui se différencie des moteurs ordinaires par les points suivants : carcasse blindée hermétique, arbres et paliers renforcés, entrefer plus grand, couple de démarrage élevé et grandes facilités de surcharge. Ces avantages n'ont pu être obtenus bien entendu qu'au détriment du $\cos\varphi$ qui est relativement bas dans ces moteurs. On rencontre un type intermédiaire *blindé protégé* qui suffit dans bien des cas, alors que dans le continu il faudrait employer le type hermétique.

Les carcasses de tous ces moteurs sont en une seule pièce sauf celles de quelques modèles américains qui sont en deux pièces comme les moteurs à courant continu, ce qui nécessite un bobinage spécial pour le stator.

Rappelons comme précédemment pour les moteurs à courant continu les principaux avantages de ces moteurs :

Entretien et surveillance minime;

Robustesse et sécurité de marche.

A ce sujet les moteurs à courant continu même blindés leur sont inférieurs. Le blindage de ceux-ci ne garantit pas un fonctionnement irréprochable du collecteur lors des variations de charge et vitesse. Il n'y a que les moteurs blindés à pôles auxiliaires qui peuvent être rapprochés aux moteurs triphasés. Le moteur triphasé est donc tout indiqué à ce point de vue pour les endroits sales et poussiéreux (broyeurs à charbon, lavoirs, fonderies, etc.) ou pour les appareils qui par leur nature même sont sujets à subir de grandes secousses (pilonneuses à charbon, etc.).

Presque tous les points qui sont à l'avantage du moteur à courant continu sont au désavantage des moteurs triphasés :

Manque de souplesse dans la vitesse;

Manque de facilités de freinage électrique. Comme freinage électrique pratiquement utilisable, il n'y a que le renversement brusque de marche, *la contremarche*, qui a une influence néfaste sur la conservation du moteur. Elle permet d'obtenir des arrêts précis et rapides et les conducteurs des appareils de manutention en font largement usage même quand ce n'est pas indispensable. Or dans les moteurs à périodes de marche courtes et répétées, les inversions brusques ont pour effet une forte absorption de courant et disloquent en outre les fils dans les encoches de l'induit. Il en résulte que l'isolant s'endommage mécaniquement petit à petit, d'où des mises à la masse, court-circuit, etc. Bien entendu ces avaries sont plus nombreuses dans les moteurs à grande vitesse angulaire.

Freinage électromécanique peu sûr. Les électros de frein sont trop délicats. Il y a peu de constructeurs dont les électros soient à point et l'on est obligé de les remplacer le plus souvent (surtout dans les appareils à démarrage fréquents) par des servomoteurs de freinage.

Signalons encore un point de comparaison : l'isolement et la sécurité. Les moteurs et appareils à 500 volts continu offrent plus de sécurité pour le personnel que ceux à 500 volts alternatifs surtout dans les usines métallurgiques, où par suite, des conditions locales, il y a une bonne terre.

4. Définition des moteurs type intermittent. — Examinons maintenant les questions de puissance spécifique et échauffement des moteurs type intermittent que nous possédons, afin de voir comment ces moteurs pourraient répondre à la demande de la métallurgie, où l'on rencontre toutes sortes d'intermittences.



Considérons d'abord le moteur à courant continu. Nous avons établi le tableau ci-après indiquant la définition de la puissance et les conditions d'échauffement de ces moteurs, en utilisant en partie les résumés de règles publiées par M. Brunswick [1]. Les échauffements spécifiés dans ce tableau pour des moteurs à isolants spéciaux (papier mica, amiante, etc.), sont à éliminer pour le moment de la comparaison car les moteurs courants type intermittent sont munis d'isolants en coton. Nous ignorons si les constructeurs américains ont fait quelque chose à ce sujet pour répondre au désir des métallurgistes. Comme on le voit, ces moteurs sont traités presque comme les moteurs de traction, c'est-à-dire que leur *puissance normale s'entend pour une marche ininterrompue d'une heure.* La seule différence est qu'on admet une température plus basse que pour les moteurs de traction, sauf l'Union des Syndicats qui prévoit les mêmes chiffres pour les moteurs de traction, et pour ceux type intermittent. La différenciation paraît justifiée. On sait que le chiffre de 75° ne représente qu'une base de comparaison conventionnelle appliquée à la plateforme d'essais mais qui n'est pas atteinte dans la pratique, malgré que la puissance normale soit souvent dépassée. D'après M. Rougé [2], il faudrait une marche ininterrompue de 3 heures sans refroidissement pour qu'un moteur de traction fonctionnant à puissance normale atteigne une surélévation de température de 75°. D'un autre côté les moteurs de traction sont refroidis en fonctionnement normal par le courant d'air produit par la voiture en marche. Il n'en est pas ainsi pour un moteur intermittent de métallurgie.

Comme le fait remarquer M. Rougé, la puissance des moteurs de traction est très difficile à définir. Les puissances spécifiques sont très grandes, mais elles ne peuvent être supportées que pendant un temps assez court. La véritable limite résulte de l'échauffement des appareils dans les conditions mêmes du service. La détermination présente surtout des difficultés, quand il s'agit de chemins de fer à long parcours car l'échauffement constaté en régime d'une heure ne renseigne pas du tout sur la puissance réelle en service continu. En métallurgie, par contre, dans les services les plus durs, ce n'est pas la longueur des périodes de marche qui embarrasse, car celles-ci sont en général très courtes. La difficulté provient de ce qu'on ne connaît pas la quantité de travail que le moteur peut développer en service intermittent. Les puissances développées aux démarrages et les surcharges imprévues sont très grandes et les intervalles de repos pratiquement possibles en général trop petits pour refroidir suffisamment le moteur. Il serait intéressant de faire à la plate-forme des constructeurs, au moins pour quelques appareils à régime intermittent bien défini, des essais d'échauffement imitant celui obtenu dans la marche réelle. Le Congrès de Milan spécifie bien une *puissance permanente*, mais ne dit pas quelle est la longueur des périodes de marche et d'arrêt, leur succession, etc. Les électriciens allemands précisent la marche intermittente normale (*voir* tableau). C'est tout ce que nous savons.

De même que pour les moteurs de traction la courbe du temps-température offre également beaucoup d'intérêt pour les moteurs type intermittent. La courbe d'un tel moteur différera suivant les prescriptions. Le moteur défini suivant l'association des Ingénieurs américains paraît plus large que les autres.

La figure 1 représente la courbe d'un moteur défini

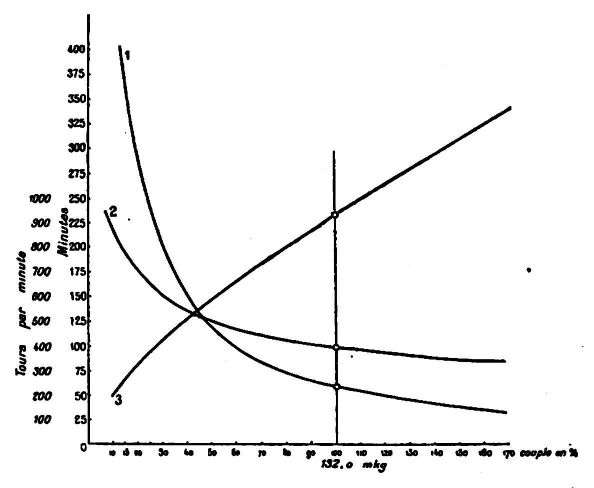


Fig. 1. — Courbes caractéristiques d'un moteur A. E. G. courant continu, type intermittent 500 volts de 74 chevaux à 400 tours.

1. — Courbe temps-température.
2. — » de vitesse.
3. — » de puissance.

suivant les prescriptions allemandes. On peut déduire une autre courbe semblable, celle des chevaux-heure en fonction du temps pour une température donnée. Elle indique immédiatement la puissance disponible en marche continue pour des durées diverses. Étant donné ce qui précède au sujet des commandes difficiles, il ne reste donc qu'à tracer le diagramme $P = f(t)$. Les courbes des temps-température et des chevaux-heure seront utiles à ce sujet pour comparer les résultats.

Le rendement maximum de ces moteurs est compris entre 40 pour 100 et 75 pour 100 pour certains d'entre eux et entre 120 pour 100 et 130 pour 100 de charge pour d'autres. Il se trouve rarement à la puissance normale. Les premiers moteurs seront avantageux pour l'équipement des appareils fonctionnant souvent à faible charge et les autres pour les appareils dont le couple résistant atteint ou dépasse habituellement la valeur normale.

On sait que dans un moteur série on ne peut pas utiliser une puissance trop petite à cause de l'augmentation exagérée de la vitesse. Mais à puissance égale, un moteur à faible vitesse permet de descendre proportionnellement plus bas avec la puissance qu'un moteur à grande vitesse, d'où utilisation d'une région plus étendue de la courbe temps-température.

En résumé, on ne saurait trop recommander, pour des appareils métallurgiques intermittents, des moteurs à

[1] Voir *La Revue électrique* du 15 février 1910 et *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, juillet 1910.

[2] Voir *La Revue électrique* du 28 février 1910.

Tableau récapitulatif des règles concernant l'échauffement et la surcharge des moteurs à marche intermittente et de traction.

	FRANCE. Union des Syndicats d'Électricité.	FRANCE. Association française des propriétaires d'appareils à vapeur.	ÉTATS-UNIS. American Institute of Electrical Engineers (1902).	ALLEMAGNE. Verband Deutscher Electrotechniker.	ANGLETERRE. Engineering Standards Committee.
Puissance normale......	Puissance pouvant être développée sans interruption pendant 1 h. — Sans échauffement exagéré (Congrès de Milan).	1 heure	1 heure	1 heure	1 heure
Puissance permanente...	Puissance pouvant être développée pendant 10 heures consécutives. — Sans échauffement exagéré (Congrès de Milan).	»	»	»	»
Marche intermittente. .	»	»	»	Représente un régime où les périodes de marche en minutes alternent avec les périodes de repos.	»
Température ambiante de base..................	25°	35°	25°	35°	25°
Limites admises pour les surélévations de température. — Moteurs à marche intermittente.	Enroulements isolés : au coton........ 70° C. au papier........ 80° C. au mica, amiante ou substances analogues....... 100° Collecteurs...... 80° au thermomètre sur la partie la plus chaude. Enroulements fixes par résistance. — Durée essai : 1 heure.	Ne spécifie rien au sujet de la marche intermittente. Probablement les mêmes chiffres que pour marche continue, savoir : Inducteurs { Résistance... 55° / Thermomètre. 45° Autres enroulements.. 45° Collecteurs, bagues, balais.......... 50°	50° par résistance. L'élévation de température doit être mesurée après un fonctionnement se rapprochant autant que possible des conditions du service auquel l'appareil est destiné.	Enroulements isolés et bagues (thermomètre) : au coton............ 50° au papier............ 60° au mica, amiante ou substances analogues 80° Enroul[ts] stationnaires : par résistance. 10° en plus par collecteurs. 60° » Fer comme pour les enroulements. On peut imiter, pendant l'essai, un refroidissement naturel produit en marche courante et dont le calcul a tenu compte. — Durée essai : 1 heure.	Ne spécifie rien pour la marche intermittente. Probablement les mêmes chiffres que pour la marche continue, savoir : Machines isolées au coton, papier, etc. Enroulements stationnaires (résistance).... 60° Enroulements mobiles: (Résistance)....... 60° Thermomètre...... 50°
Limites admises pour les surélévations de température. — Moteurs de traction.	Id.	»	75° mesuré au thermomètre partout avec couvercle enlevé pendant l'essai (conditions habituelles).	Enroulements isolés et bagues (thermomètre) : au coton........... 70° au papier.......... 80° au mica, etc........ 100° Même température pour enroulements stationnaires. Collecteurs........ 80° Il n'est pas admissible d'imiter pendant l'essai le courant d'air produit par la voiture en marche.	»
Limites admises pour les surélévations de température. — Paliers (marche continue)	45°	30°	40°	»	»
Surcharges............	Moteurs traction ou à marche intermittente. { 25 % pendant 15[min]. / 50 % pendant 5[min].	»	N'admet pas de surcharge pour les moteurs de traction et appareils à service intermittent.	»	»

faible vitesse angulaire. Le rendement diminue peut-être de 1 ou 1,5 pour 100, mais en échange la sécurité est beaucoup plus grande sans compter d'autres avantages que nous verrons plus loin. A ce sujet, le point de vue est différent de celui de la traction. En effet, les appareils métallurgiques à marche forcée (rouleaux, tabliers, rippeurs, etc.), sont stationnaires. On n'est donc pas limité au point de vue poids et encombrement du moteur.

Il arrive très souvent que le constructeur mécanicien demande à l'électricien un moteur en spécifiant simplement la puissance et la vitesse. Cela donne lieu à des erreurs. Pour arriver à un bon équipement, lorsqu'il s'agit d'un appareil spécial, il convient de laisser à l'électricien toute latitude au sujet de la puissance et de la vitesse du moteur en lui spécifiant toutes les conditions de marche. D'ailleurs on procède ainsi dans la traction électrique où tout le calcul électromécanique est fait le plus souvent par le constructeur électricien qui voit ainsi dans son ensemble le fonctionnement de l'appareil.

Considérons les moteurs triphasés. Pour les équipements à courant continu, il suffit d'adopter, abstraction faite de l'échauffement, un moteur avec couple et vitesse appropriés. Pour un équipement triphasé, il faut encore s'occuper, en cas de démarrage dur, du couple disponible pour le démarrage et l'on est quelquefois obligé de choisir une carcasse supérieure avant d'avoir examiné le cycle de fonctionnement et l'échauffement. En général, on prend comme base pour les moteurs triphasés le moteur ouvert type intermittent, dont on déduit la puissance et l'échauffement pour les types plus ou moins fermés. Le rapport entre les puissances obtenues ne peut pas être fixé par une formule précise [1]. Il varie suivant le type du moteur et le constructeur. Les essais seuls de plusieurs types peuvent donner une base de comparaison. En général, la puissance d'un moteur blindé hermétique peut être évaluée à 0,50-0,75 de celle du moteur ouvert correspondant suivant la puissance. Les moteurs blindés ont un $\cos\varphi$ relativement bas qui contribue parallèlement avec les puissances développées à l'échauffement du moteur. Il en résulte qu'on ne pourra pas déterminer facilement le moteur pour une commande spéciale d'après le diagramme. Le mieux, dans ce cas, est de le prévoir d'après une commande identique à courant continu, en tenant compte nécessairement de la différence qui existe entre le continu et le triphasé.

Nous allons examiner maintenant quelques commandes spéciales.

5. Rouleaux entraineurs. — Les rouleaux entraîneurs sont des appareils à manutention horizontale installés sur le sol et, comme leur nom l'indique, ils servent à avancer le lingot chaud devant le blooming au niveau du cylindre de laminage inférieur où il est saisi et laminé par le train. D'autres rouleaux entraîneurs installés derrière le train le ramènent vers celui-ci qui le lamine alors en sens inverse. Ces rouleaux doivent faire le mouvement de va-et-vient des cylindres principaux. Leur arrêt entraînerait l'arrêt du blooming. Les rouleaux avant et arrière reçoivent habituellement une commande distincte par un ou deux moteurs suivant l'importance du train (*fig.* 2). Le poids et le nombre des rouleaux dépendent également de la nature du train et des conditions locales.

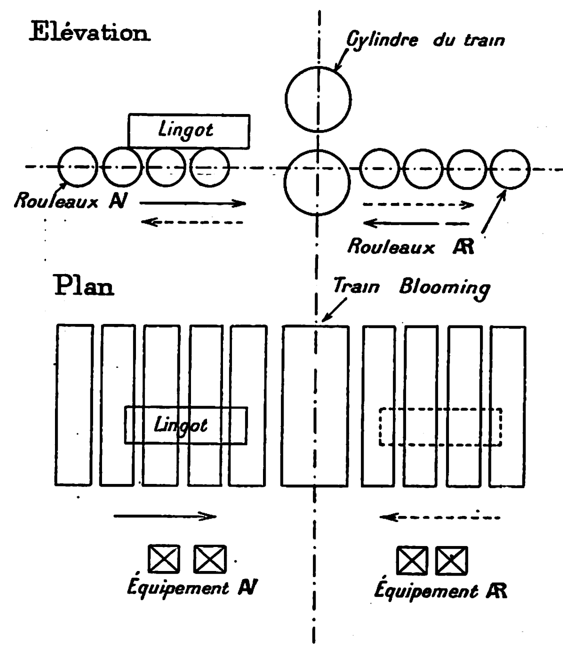


Fig. 2. — Disposition schématique des rouleaux entraîneurs d'un train blooming réversible.

La puissance développée par le moteur doit vaincre les résistances suivantes :

Frottement du lingot sur les rouleaux;

Frottement des rouleaux dans les paliers;

Accélération des rouleaux;

Frottement et pertes mécaniques dans les diverses transmissions.

Les équipements avant et arrière travaillent alternativement dans l'ordre suivant :

1° Lingot amené par rouleaux AV;

2° Laminage. Lingot entraîné par rouleaux AR;

3° Lingot amené par rouleaux AR;

4° Laminage. Lingot entraîné par rouleaux AV;

5° Lingot ramené par rouleaux AV, etc.

Certains lamineurs suppriment les opérations d'entraînement d'ordre pair (2°, 4°, etc.), dans la première cannelure du train. On voit donc que les démarrages en charge et les inversions se suivent rapidement. Les périodes de marche sont très courtes et pour chaque démarrage il faut développer un couple égal à 2-3 fois le couple normal en charge.

Le travail consiste donc surtout dans l'accélération des masses; celles-ci sont relativement grandes et atteignent souvent 30 à 50 tonnes. D'après Kœttgen le couple d'accélération pour un train de rouleaux à double réduction de vitesse est égal à 10-15 fois le couple dû aux frottements. D'après les essais faits par un autre auteur, le couple nécessaire pour vaincre les résistances de frottement à vide de ces appareils est égal à 0,25 du couple nor-

[1] Voir *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, novembre 1909.

mal du moteur. Comme pour le démarrage il faut développer un couple égal à 2,5 fois le couple normal, on voit que les indications des deux auteurs se confirment.

Le nombre de démarrages varie dans des limites très étendues (5-14 par minute), suivant l'installation, la production du moment, suivant le profil laminé et le poids de chaque lingot. On peut compter en moyenne 10 démarrages par minute. Comme ces appareils travaillent sans interruption pendant 24 heures on atteint facilement 10 000 démarrages par jour. Kœttgen cite même un cas assez ancien où l'on compte 15 démarrages en 40 secondes, soit 22 démarrages par minute.

La marche des rouleaux étant intimement liée à celle du train on pourrait, d'après examen du diagramme des moteurs principaux, déterminer en principe le nombre des démarrages des moteurs des rouleaux et la durée des périodes de marche et d'arrêt. Inversement d'après les diagrammes des rouleaux $\mathcal{N}$ et $\mathcal{R}$ on peut déterminer approximativement la marche des moteurs principaux des trains.

Nous nous trouvons donc en présence d'une marche intermittente très caractéristique plus dure qu'une marche continue. On serait donc tenté de prévoir un moteur ordinaire type à marche continue. En réalité, cela n'est pas indiqué, car les constructeurs électriciens ne possèdent pas des moteurs série blindés pour marche continue et puis on doit utiliser précisément ici les propriétés des moteurs type intermittent (*voir* § 3).

Pour déterminer la puissance exacte d'un train de rouleaux, il faudrait connaître le moment d'inertie des diverses parties tournantes, la vitesse maxima à atteindre, le nombre de démarrages par minute et le temps disponible pour le démarrage. Avec ces éléments, on peut tracer le diagramme de fonctionnement, trouver la puissance moyenne à développer par le moteur, par conséquent le type de carcasse et la puissance normale. On verra plus loin une autre méthode pour la détermination de ces moteurs.

Pour les premiers équipements de rouleaux on a calculé exactement les moteurs. Actuellement les constructeurs électriciens prévoient ceux-ci d'après des équipements analogues exécutés par eux. Nous ferons toutefois remarquer qu'il y a lieu de vérifier exactement pour chaque nouveau cas si l'on se trouve dans les mêmes conditions.

Il y a quelques points importants que nous signalons.

Lorsque le lingot est immobilisé, par suite d'une fausse manœuvre à l'entrée, entre les cylindres et frotte de tout son poids sur les rouleaux, la puissance absorbée est égale à environ 1,5 fois la puissance normale. A ce moment, on doit pouvoir arrêter instantanément et revenir brusquement en arrière.

Les moteurs des rouleaux des bloomings à grande production (faible allongement) seront plus fatigués que ceux d'un train où l'on fait des longues billettes. Les périodes de fonctionnement normal sont plus longues et le nombre de démarrages plus petit. Donc, on se rapproche de la *marche continue plus favorable dans ce cas* pour le moteur *que la marche très intermittente*.

Pour un même tonnage journalier le travail total développé par les moteurs diminuera avec l'augmentation du poids initial des lingots. Cela se comprend. Le nombre des lingots diminuant, on diminue indirectement le nombre des démarrages.

Malgré que les rouleaux $\mathcal{R}$ nécessitent une puissance moins grande que les rouleaux $\mathcal{N}$ on prévoit le même équipement des deux côtés pour la question de rechange. En outre, on prévoit la possiblité de commander, pendant un temps court, bien entendu, par un seul équipement, tous les rouleaux aussi bien $\mathcal{N}$ que $\mathcal{R}$, en cas d'avarie à l'un d'eux. Au commencement, étant donnée la nature du travail de ces appareils on a voulu diminuer la puissance dépensée au démarrage de même que les à-coups sur la station, en empruntant à la traction le couplage série-parallèle. Mais ce couplage n'a pas donné de bons résultats et il a été abandonné. On comprend, en effet, que le temps très court dont on dispose pour le démarrage ne permet pas d'effectuer le groupement série-parallèle. On a eu beaucoup d'accidents et plusieurs équipements série-parallèle ont dû être remplacés par des équipements ordinaires. En résumé, d'après l'expérience, on est beaucoup plus maître des rouleaux par couplage à plein voltage. En outre, l'économie de puissance que le couplage série-parallèle permettait de réaliser dans ce cas était si faible qu'elle ne pouvait pas justifier la complication qui en résulte. Il est remarquable que sauf pour quelques cas isolés de tracteurs, l'équipement série-parallèle ne se soit pas implanté dans la métallurgie, où l'on compte des appareils si nombreux et si divers. Cela s'explique par le besoin d'avoir un équipement simple permettant de trouver des solutions rapides en cas d'avarie (remplacement d'un moteur, marche courte à un seul moteur, etc.).

Les diverses observations faites plus haut au sujet de la vitesse s'appliquent à la commande des rouleaux. Plusieurs raisons (démarrage vif, économie de puissance, etc.) dictent le choix d'un moteur à vitesse angulaire aussi faible que possible. L'ingénieur Burchard a étudié l'équipement électrique d'un train de rouleaux au point de vue de la puissance absorbée et il a trouvé des résultats confirmant ce qui précède [1]. L'équipement examiné par l'auteur dessert un blooming de 1150 mm et comporte un moteur série à 500 volts, type intermittent d'une puissance normale de 40 chevaux à 325 tours commandé par un contrôleur à freinage électrique. L'auteur a supposé plusieurs moteurs série blindés de puissance à peu près égale à l'équipement précité mais de vitesse différente, savoir :

1 moteur de 52 chevaux à 250 tours sans réducteur, couple normal = 168 m-kg ;

2 moteurs couplés en série-parallèle, 52,2 chevaux à 345 tours, couple normal = 108 m-kg ;

1 moteur de 5 chevaux à 365 tours, couple normal égal à 81,7 m-kg ;

1 moteur de 45 chevaux à 920 tours, couple normal égal à 35,4 m-kg.

Il a calculé pour chaque équipement le diagramme de fonctionnement en tenant compte des masses totales à accélérer, du travail de frottement et des caractéristiques des moteurs. L'auteur en a déduit les puissances absorbées en marche par chaque équipement et, ce qui est plus inté-

[1] Voir *Stahl u. Eisen* du 13 avril 1910.



ressant, le nombre de démarrages possibles par heure pour chaque moteur pour un échauffement donné. Nous résumons ici brièvement les résultats trouvés.

Soient :

T_a = Moment inertie du moteur en m-kg-sec²;
T_v = Moment inertie du réducteur en m-kg-sec²;
T_r = Moment inertie de toutes les pièces tournant à la vitesse des rouleaux : en m-kg-sec²;
M = Couple développé par moteur;
M_r = Moment résultant du travail de frottement; a été admis constant;
N_m, N_v, N_r = Vitesses moteur, réducteur et rouleaux par minute,

$$k_m = \frac{N_m}{N_r}; \qquad k_v = \frac{N_v}{N_r};$$

Q_b = Masse du lingot en m⁻¹-kg-sec²;
R = Rayon des rouleaux.

La masse à accélérer s'exprime :

$$Q_r = \frac{T_r + T_v \times k_v^2 + T_a \times k_m^2}{R^2} + Q_b,$$

$$Q_b = 3\,T = 306 \text{ m}^{-1}\text{-kg-sec}^2.$$

Chaque moteur a une courbe de couple en fonction de la vitesse. La force d'accélération disponible sera

$$B = \frac{(M - M_r) \times k_m}{R}.$$

L'accélération des masses à chaque instant sera

$$b = \frac{B}{Q_r}.$$

On a calculé graphiquement, en partant des valeurs momentanées d'accélération, la courbe de vitesse et du chemin du lingot.

Le tableau ci-après indique les principaux résultats trouvés.

Comme travail utile des rouleaux, on a admis seulement l'énergie cinétique du lingot $\frac{mv^2}{2}$. Nous remarquerons que dans les bloomings à grande production les périodes de marche sont beaucoup plus courtes que celles indiquées dans ce tableau. On voit que l'influence du couplage série-parallèle n'est pas grande sur le rendement total de l'installation. Comme prix pour le courant on a admis 0,0437 fr par kilowatt-heure aux bornes du moteur. Le chiffre de dépense totale ne représente bien entendu qu'une base de comparaison. Pour $n \times 100$ démarrages à l'heure, la dépense sera *n fois* plus grande. La puissance limite d'un tel moteur blindé pour un échauffement donné se détermine d'après la formule

$$n = \frac{P_d \times 3600}{P \times a}$$

où

n = nombre de démarrages par heure;
P_d = perte moteur pour la puissance qu'il peut développer en service continu;
P = perte moteur pour une puissance moyenne par période de marche;
a = durée de marche en secondes.

En utilisant cette formule, l'auteur trouve que les chiffres-limites de démarrage pour les quatre équipements examinés seraient de : 270, 358, 183 et 130 par heure.

DÉSIGNATION.	EN	MOTEUR de 52 chevaux.	2 MOTEURS couplés en série-parallèle de 52,2 chevaux	1 MOTEUR de 41,5 chevaux.	1 MOTEUR de 45 chevaux.
Vitesse normale des moteurs........	t : m	250	345	365	920
Couple normal....	m-kg	148	108	81,70	35,40
Moment d'inertie de l'induit.....	m-kg-sec²	1,53	0,84	0,86	0,42
des réducteurs de vitesse........	idem	—	2,27	2,27	2,27
des rouleaux....	idem	106,1	106,1	106,1	106,1
Masse du lingot...	m⁻¹-kg-sec²	306,0	306,0	306,0	306,0
Durée de démarrage............	sec	0,69	1,27	1,01	1,44
Longueur totale des périodes de marche.............	»	3,65	3,87	3,95	4,17
Puissances absorbées par moteur.	kw : sec	175,6	160,5	162,80	212,00
Pertes électriques.	»	59,34	47,08	57,25	74,05
Rendement électrique, y compris démarrage......	en p. 100	66,00	70,8	64,8	64,8
Rendement total..	»	8,2	8,42	7,38	5,95
Dépense annuelle totale pour le courant absorbé par 100 démarrages à l'heure et 6000 heures de marche.........	francs	12,800	11,700	11,875	15,475

On voit donc que le dernier moteur ne convient pas pour la commande des rouleaux entraîneurs et que le moteur le plus indiqué dans ce cas serait celui de 41,5 chevaux à 365 tours. Si l'on doit réaliser un nombre de démarrages plus grand (blooming à grande production), il faut adopter l'équipement à 2 moteurs comme nous l'avons indiqué.

Examinons maintenant la commande par moteur triphasé. Nous avons vu que la vitesse la plus favorable est celle de 250 à 400 t : m. Si l'on voulait installer des moteurs triphasés à vitesse économique au point de vue démarrage on obtiendrait des moteurs très encombrants avec cos φ très bas. Pour la fréquence habituelle de 50 périodes, il faudrait pour 300 tours, 1 moteur de 40 chevaux à 20 pôles qui sort tout à fait des constructions normales. Il n'y a qu'à partir de la fréquence de 25 p : sec que l'on peut se rapprocher des constructions normales.

Le régime de marche diminue encore le cos φ (déjà suffisamment bas) par suite des nombreux démarrages et de la marche sur résistances. En outre, le moteur chaufferait presque autant pour toutes les productions.

Les arrêts précis nécessaires pour la commande des

rouleaux ne sont pas obtenus par un frein à bande comme on pourrait le croire. L'expérience a montré que ces freins ont donné des mauvais résultats pour la commande des rouleaux. Au point de vue mécanique le frein s'use vite et l'électro ne pourrait pas résister à ce régime : il faudrait un servomoteur. Dans le courant continu on se sert de freinage électrique permettant de détruire rapidement toute la force vive. Pour le triphasé, il ne reste que la contremarche dont nous avons parlé plus haut; on peut réduire un peu les à-coups en se servant de résistances. Mais à notre avis, les cycles de laminage ne pourront jamais être réalisés aussi rapidement qu'avec le moteur à courant continu.

6. Tabliers releveurs. — Les usines métallurgiques américaines et quelques usines anglaises n'emploient pas de bloomings réversibles comme les usines du continent mais des trios lourds comportant 3 cylindres superposés. Le moteur de commande ne doit donc tourner que dans un seul sens et nous en verrons dans une prochaine étude les conséquences importantes au point de vue électrique.

La conséquence au point de vue des appareils auxiliaires est la suppression des rouleaux entraîneurs et leur remplacement par des tabliers releveurs. Ces appareils doivent être relevés et descendus vivement entre les passages pour admettre le lingot à la partie inférieure des cylindres puis pour le retourner à la partie supérieure en face des calibres correspondants. Le fonctionnement des tabliers alterne avec le travail de laminage. On aura donc exactement autant de périodes de marche que de passages.

La commande électrique de ces appareils paraît même plus dure que celle des rouleaux car les bloomings américains sont des trains à grande production, le même moteur commande les tabliers N et R et enfin le poids total à soulever est très fort. Aussi ces appareils sont commandés presque partout hydrauliquement.

On a fait toutefois après de longues hésitations quelques équipements électriques qui ont donné de bons résultats.

Dans ces tabliers à démarrage vif, on ne saurait pas faire tenir tout le poids à la position supérieure à l'aide d'un frein à bande. On cherche donc à équilibrer le poids total soit par des contrepoids, soit par la pression hydraulique ou pneumatique, soit enfin par ces deux actions combinées.

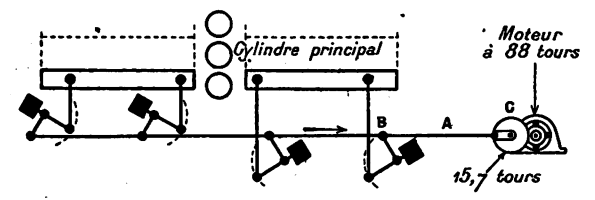


Fig. 3. — Dispositif de commande des tabliers.

Nous indiquerons ici quelques équipements intéressants. Henderson [1] parle de la première aciérie qui consentit à installer des tabliers à commande électrique pour un nouveau blooming, si on lui en démontrait la possibilité.

[1] Voir *Proc. of the Am. Institute of El. Eng.*, septembre 1909.

Dans une installation semblable à commande hydraulique, la période la plus courte nécessaire pour la levée et la descente était de 3 secondes. L'aciérie demandait que la durée du cycle du tablier électrique ne dépassât pas 2,5 secondes. La hauteur totale de levage était de 1,016 m et le poids du tablier était de 53, 5 tonnes; on a prévu des contrepoids d'équilibrage de sorte que la masse totale à déplacer était de 94 tonnes. L'équipement était réalisé par un moteur à courant continu de 160 chevaux à 88 tours par minute. Nous attirons l'attention sur la faible vitesse angulaire choisie pour le moteur.

Les conditions imposées pour la durée du cycle ont été réalisées à l'aide d'un dispositif très ingénieux, ayant pour but en premier lieu de faciliter le démarrage. En effet, la commande ne comporte qu'un seul réducteur de vitesse et la transmission du mouvement aux tabliers se fait par un système de bielles et leviers (*fig.* 3).

Si la tige A était infiniment longue, chacun de ses points (et par conséquent aussi les points d'attache avec les tabliers) décrirait une sinusoïde (*fig.* 4). En la prenant

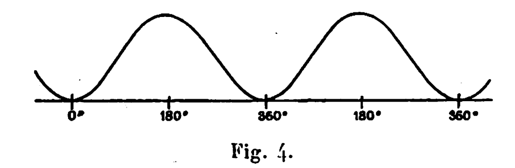


Fig. 4.

comme base, on voit que, pendant les premiers 5° de rotation, il y a seulement un petit mouvement à donner à la tige de connexion, et par conséquent au tablier. Il résulte que le couple de démarrage à fournir par le moteur sur ce trajet servira presque uniquement à l'accélération de l'induit. Si celle-ci a lieu avant que la courbe ne commence à monter brusquement, le couple normal sera suffisant pour accélérer ensuite le tablier et les contrepoids. En haut de sa course le tablier ralentit par suite de la forme de la courbe, le couple normal du moteur étant suffisant pour ralentir son propre induit. La première installation a donné de bons résultats. Le tablier a été levé en 2,4 secondes, le démarrage et l'arrêt se faisant chacun en 0,4 seconde et la marche à pleine vitesse ne durant que 1,6 seconde. Le diagramme relevé montre que le courant absorbé n'a pas dépassé le courant normal. Ce dispositif rappelle un peu le dispositif de démarrage à force centrifuge employé pour les moteurs d'induction. Il ne présente qu'un inconvénient, savoir la nécessité d'accélérer et d'arrêter les contrepoids à chaque extrémité du cycle ce qui augmente beaucoup la puissance nécessaire. Par contre, au lieu d'avoir comme pour les rouleaux presque uniquement un travail d'accélération, nous avons un travail de levage sans pointes de démarrage et avec couple normal. La détermination du type de moteur est certainement plus facile que pour les rouleaux. Pour l'arrêt on avait monté un frein électromagnétique qui s'est montré inefficace et le tablier est arrêté par freinage électrique. Le dispositif permet aussi un arrêt précis. En effet, la forme de la courbe du mouvement de rotation est telle que quelques degrés d'erreur dans le point d'arrêt supérieur ou inférieur n'ont pas d'influence sur la position des tabliers à l'une des extrémités. C'est

un grand avantage car pour l'obtention d'un tel arrêt dans d'autres appareils de levage on est obligé d'employer des artifices plus ou moins compliqués.

Le blooming principal des Aciéries Gary [1] comporte un tablier releveur pesant environ 116 tonnes commandé par un moteur compound de 250 chevaux à 100 tours, donc à faible vitesse angulaire. Le démarrage se fait par contacteurs. Pour éviter l'inconvénient d'équilibrage précité on a prévu un équilibrage hydropneumatique. La pression s'exerce en sens inverse avec un excès de 25 pour 100 suivant que le tablier est en haut ou en bas. Le tablier peut être levé ou baissé de 1,016 m en 3 secondes. La figure 5 indique le diagramme relevé sur le

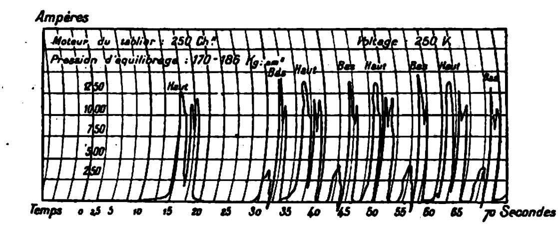


Fig. 5. — Diagramme de charge du tablier releveur principal des aciéries Gary.

moteur en marche. On voit que les périodes de marche alternent régulièrement avec les périodes d'arrêt. La consommation n'est pas la même pour la montée et la descente ce qui s'explique par le dispositif d'équilibrage.

Des tabliers semblables (releveurs ou basculeurs) sont employés pour des trains plus petits, trains à tôles, etc. Ces appareils étaient autrefois actionnés hydrauliquement ou par la vapeur. Ils sont équipés actuellement électriquement. La transmission du mouvement aux tabliers se fait par un système de bielles et leviers. Signalons une disposition d'équilibrage avec contrepoids [2] indiquée à la figure 6 et employée par la Société Beckem et Keetmann dans le but de diminuer le couple de démarrage du moteur. Dans la position moyenne le tablier est complètement équilibré par les contrepoids. Dans la position inférieure on a $Pb < Gc$. Donc ce dernier moment a la tendance de remonter le tablier. Le contrepoids agit comme accélérateur et facilite la mise en vitesse du moteur. Dans la position supérieure on a $Pb_1 > Gc_1$. Le moment Pb_1 tend à descendre le tablier et le poids du tablier agit comme partie accélératrice au commencement du mouvement, sur les masses à déplacer, et facilite de nouveau la tâche du moteur.

En résumé, les masses à déplacer viennent d'elles-mêmes en mouvement au commencement de chaque cycle, aussitôt qu'on manœuvre. La durée de levage est raccourcie. Les puissances de démarrage et les à-coups sont diminués et l'on peut employer des moteurs et appareils de manœuvre plus petits.

Nous voyons donc que la commande électrique du tablier est facilitée par divers artifices d'équilibrage, etc., ce qui n'est pas le cas pour les rouleaux entraîneurs où tout se fait électriquement.

Il serait superflu d'ajouter que le moteur triphasé ne convient pas pour la commande des tabliers si l'on ne voyait pas des auteurs (William T. Dean) recommander son emploi dans les usines qui possèdent ce courant, pour éviter la transformation en continu. Nous ne partageons

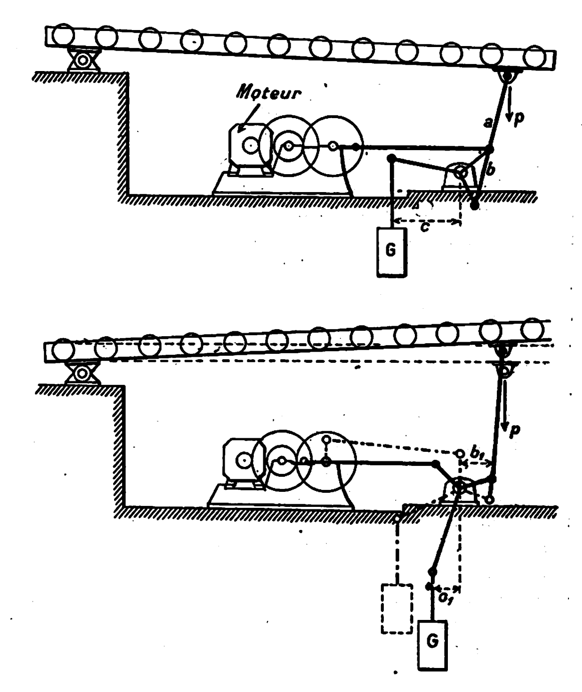


Fig. 6. — Dispositif de commande électrique pour tabliers releveurs.

pas cet avis. La transformation du triphasé en continu est pleinement justifiée à tous les points de vue pour les tabliers comme pour tous les appareils de manutention intermittents.

7. Cisailles. — Celles-ci appartiennent à la catégorie des appareils destinés à la déformation du métal et comprenant en outre les scies, les poinçonneuses et les dresseuses.

Dans les laminoirs on n'utilise que les cisailles à chaud, les cisailles à froid étant réservées pour les ateliers annexes. Nous considérerons en première ligne la commande des cisailles à chaud comme étant la plus importante. Elles sont montées à la suite des trains et servent à débiter les blooms et billettes laminées. La marche de ces appareils est donc intimement liée à celle des trains. Les cisailles peuvent être divisées en deux catégories :

1° Cisailles coupant jusqu'à 150 mm × 150 mm — 200 mm × 200 mm;

2° Cisailles prévues pour des sections supérieures jusque vers 400 mm × 400 mm.

Les premières catégories comportaient au début une commande à vapeur ou une commande hydraulique. Actuellement, elles sont commandées électriquement, tandis que pour les types supérieurs on rencontre la

(1) Voir *Proc. of the Am. Inst. of Electr. Eng.*, mars 1909.
(2) Voir *Stahl u. Eisen* du 15 juin 1910.

commande à vapeur et hydraulique combinées, la commande électrique et hydropneumatique et la commande électrique et hydraulique combinées et enfin la commande électrique seule.

Nous considérerons d'abord cette dernière. On sait que le travail de cisaillage consiste dans un effort presque momentané et qu'on a été amené à cause de cela à utiliser l'action d'un volant tournant à grande vitesse. Les moteurs conduisant ces appareils marchent donc continuellement et dans un seul sens. La cisaille tourne avec outil débrayé, lequel est embrayé par l'opérateur au moment de la coupe. Il se produit alors une chute de vitesse permettant au volant d'intervenir et de se décharger en partie. Il y a lieu de distinguer dans une cisaille le nombre de *coups* du nombre des *coupes* par minute. On confond souvent l'un avec l'autre. Le nombre des coups d'une cisaille représente le nombre de tours du dernier organe rotatif de l'appareil ou bien le nombre de fois que le piston descend. Ce nombre est fixe pour une cisaille à vide donnée et dépend uniquement de la vitesse du moteur. Le nombre des coupes (habituellement inférieur au nombre de coups) varie beaucoup pour la même cisaille. La liaison entre moteur et cisaille se fait habituellement par engrenage et quelquefois par courroie.

La puissance du moteur et l'échauffement ne peuvent pas être déterminés aussi exactement que pour les rouleaux et tabliers car les conditions de marche varient beaucoup. Le travail de cisaillage est fonction de la section à couper, de la température du métal et un peu de sa dureté. Le couple à développer par le moteur même dépend en outre indirectement du nombre des coupes par minute et de la succession de ces coupes, c'est-à-dire des périodes de marche à vide. Les moteurs ne sont pas du type intermittent décrit plus haut mais du type à marche continue, dont la puissance et la chute de vitesse sont à approprier pour chaque cas. A ce sujet, ils sont comparables aux moteurs conduisant des trains de laminoirs à marche continue. Avec le courant continu la commande est très facile, car on possède dans l'excitation du moteur un élément permettant d'obtenir à volonté les chutes de vitesse nécessaires et de limiter les à-coups. *La Revue électrique* [1] a publié un résumé d'une étude de Brent Wiley examinant l'influence de l'excitation sur les chutes de vitesse à obtenir. L'auteur arrive à la conclusion que le moteur compound avec chute de vitesse de 50 pour 100 est le plus indiqué pour la commande des cisailles. Ce chiffre nous paraît exagéré.

Pour l'étude de l'équipement d'une cisaille il faudrait connaître : 1° le travail total (moteur + volant) à accomplir pour une coupe de section maxima (cela est possible car on possède des données pratiques sur la valeur de l'effort de cisaillage par unité de surface. Cet effort est le même pour une même température); 2° la durée approximative d'une coupe (celle-ci varie de 0,5 à 2 secondes suivant la section à couper et les conditions de l'installation); 3° la durée de marche à vide entre deux coupes; 4° le travail absorbé à vide; 5° le nombre des coupes par minute et 6° le moment d'inertie et la force vive du volant à vitesse normale si celui-ci existe déjà. Pour l'établissement du moteur, on admet que ce régime est continu. Nous avons remarqué, qu'il y a une tendance d'exagérer un peu le travail à fournir par la cisaille en admettant par minute un nombre trop grand de coupes, qu'il est matériellement impossible de réaliser.

D'après le diagramme d'un train blooming on pourra trouver le nombre des lingots passés à l'heure, la section et la longueur finale pour chaque programme, et construire le diagramme de fonctionnement de la cisaille. On déterminera ainsi la puissance du moteur et le rôle du volant. Le travail à réaliser par le moteur même sera d'autant plus grand que la production sera plus petite, c'est-à-dire l'allongement plus grand, les coupes étant très rapprochées. L'installation d'un moteur à grande capacité de surcharge est donc préférable dans ce cas. Par contre dans une cisaille desservant un train à grande production, le travail du moteur serait relativement faible et l'installation d'un grand volant serait tout indiquée car les intervalles assez longs entre coupes permettraient à ce volant de se charger. Cela explique bien des contradictions qui ne sont qu'apparentes, comme on le voit.

Dans les premières cisailles électriques on a fait des erreurs, au sujet de la puissance, les volants et les chutes de vitesse de même que le nombre de coupes ayant été mal prévus. Nous ajouterons que le nombre de coups maximum admis dans les petites cisailles est d'environ 25 par minute et pour les très grandes cisailles d'environ 6 par minute.

Nous avons vu que pour les rouleaux et tabliers il importait d'adopter une vitesse angulaire très faible. Pour les cisailles à volant la même restriction ne s'impose plus et l'on peut choisir à volonté le nombre de tours pourvu que le volant soit entraîné à la vitesse imposée par le programme. On a intérêt à faire tourner vite le volant et dans les cisailles modernes on le couple d'habitude directement au moteur.

Dans les équipements triphasés on ne peut pas admettre la même chute de vitesse que dans ceux à courant continu. La chute de vitesse pratiquement possible est de 20 pour 100 environ. Elle est obtenue par l'augmentation de la résistance de l'induit. Bien entendu on diminue ainsi le rendement et le cos φ. Les constructeurs américains emploient beaucoup dans ce but des rotors à cage d'écureuils avec cercles résistants. La chute de vitesse qu'on peut obtenir dans ce cas sans échauffement exagéré des cercles résistants est de 10 pour 100 en marche continue et 15 pour 100 en marche intermittente (Brent Wiley) En Europe, par contre on semble préférer l'emploi de rotors bobinés à bagues avec résistance séparée restant continuellement en circuit. Cette construction permet une utilisation plus grande du volant. Elle permet en outre d'employer un moteur normal, d'avoir plus de marge et d'adapter le moteur à la cisaille. Il arrive souvent qu'on ne peut pas prévoir, au moment de la fabrication, les cercles résistants tout à fait justes. On est obligé alors de modifier le rotor, ce qui n'est pas nécessaire avec une résistance séparée, qui permet d'adapter la caractéristique de vitesse sur place suivant la marche.

Enfin, pour réduire les à-coups en cas de commande triphasée, on peut soit adopter un volant plus lourd soit prévoir une commande par courroie. Cette dernière solu-

[1] Voir *La Revue électrique* du 30 mai 1909.



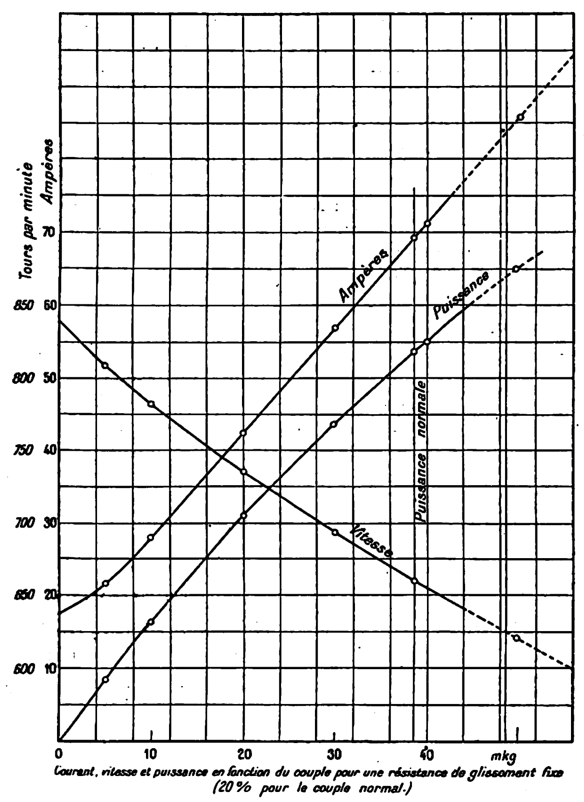
tion permet d'augmenter le glissement et l'on obtient mécaniquement la chute de vitesse supplémentaire qu'on ne peut pas obtenir électriquement.

Nous résumons ci-dessous l'équipement d'une cisaille destinée à couper les billettes chaudes ayant les caractéristiques suivantes :

Section maxima à couper......	135 × 135 (18000 mm²)
Travail approximatif maximum absorbé pendant une coupe de section maxima..........	19400 kg-m
Nombre maximum de coups par par minute.................	20
Durée d'une coupe............	1,5 sec
Durée de marche à vide entre 2 coupes..................	4,5 sec
Puissance vive du volant à vitesse normale...............	50000 kg-m
Puissance dépensée à vide......	8-10 chevaux
Travail approximatif moyen par seconde indiqué par le constructeur....................	45 chevaux

Vitesse du moteur (42 ∼) 840 tours au synchronisme.

On a adopté un moteur avec résistance fixe montée en série avec la résistance de démarrage.



Courant, vitesse et puissance en fonction du couple pour une résistance de glissement fixe (20 % pour le couple normal.)

Moteur protégé : 45 chevaux, 840 t : m, 42 ∼, 330 volts.
Fig. 7. — Courbes caractéristiques d'un moteur conduisant une cisaille à billettes à volant.

Les courbes caractéristiques du moteur (construit par la Société A. E. G.), sont indiquées dans la figure 7. On voit d'après la courbe de vitesse, qui est assez tombante, que le volant intervient activement dans le travail de cisaillage La résistance fixe est subdivisée en 4 valeurs, ce qui permet de modifier à volonté la caractéristique de vitesse. La résistance de démarrage est prévue pour une mise en route lente. L'équipement est complété par un disjoncteur à maxima protégeant le moteur en cas de coupe d'une barre trop froide. Cet appareil règle indirectement la durée de démarrage. Si l'on veut démarrer trop vite le disjoncteur déclenche et le machiniste est obligé de recommencer la mise en route.

La protection électrique ne suffit pas. Pour protéger les mécanismes contre une casse en cas d'arrivée d'une barre froide, étant donnée la force vive du volant, celui-ci comporte un boulon de sécurité, appelé aussi *fusible mécanique*, dans le noyau du volant. Ce boulon est cisaillé en cas de surcharge et la jante continue à tourner folle sur son moyeu. En outre l'accouplement entre moteur et cisaille est à friction.

Bien entendu pour des puissances plus grandes, on pourrait faire une résistance s'intercalant automatiquement, graduellement suivant la charge ou bien entièrement au moment de la coupe.

Pour les cisailles de la deuxième catégorie (au-dessus de 200 mm × 200 mm) la commande électrique n'est pas beaucoup employée. On ne reproche rien au moteur, mais l'ensemble de la construction (manœuvre d'embrayage difficile, robustesse insuffisante), ne satisfait pas le métallurgiste. On emploie donc une commande électrique hydraulique combinée, c'est-à-dire une liaison liquide entre moteur et outil. Le moteur attaque par engrenages une pompe qui produit l'eau sous pression alimentant le cylindre de la cisaille. La mise en route a lieu pour chaque coupe. L'arrêt est réalisé par un interrupteur fin de course commandé par la distribution hydraulique.

Une aciérie très moderne, celle de Georgmarienhütte, ne possédant plus aucun appareil à vapeur, a même employé, comme agent intermédiaire entre l'eau sous pression et le moteur, l'air comprimé produit par un compresseur commandé par le moteur. La mise en route et l'arrêt de ce dernier se font automatiquement.

La Société Bechem et Keetmann a exposé à l'Exposition de Bruxelles une très grande cisaille à lingots, à commande purement électrique, avec volant qui remédierait aux divers inconvénients signalés par les métallurgistes. Voici les principales caractéristiques de cette cisaille :

Section maxima à couper......		450 × 450 mm
Nombre de coups par minute.		6
Moteur ouvert compound Siemens de....................		300 chevaux
Vitesse du moteur	à vide....	420 tours par minute
	en charge.	340 »
Vitesse du volant............		» »
Tension........................		500 volts
Moment d'inertie du moteur...		800 kg-m-sec²
Moment d'inertie du volant....		13600 kg-m-sec²

Le couteau est embrayé à la main avant chaque coupe et débrayé automatiquement à la fin de la coupe. Comme la petite cisaille précitée, celle-ci comporte des dispositifs de sécurité qui la garantissent des à-coups. C'est la pre-



mière cisaille de cette grandeur qui ait jamais été construite coupant par l'action directe du moteur. La coupe se fait de bas en haut.

Dans les cisailles à tôles on ne se sert pas en général de volant. La Société Delattre et Cie expose, à l'Exposition de Bruxelles, une grande cisaille à tôles pouvant couper des tôles de 3,500 m de longueur jusqu'à 40 mm d'épaisseur et devant être commandée par un moteur Schneider et Cie de 122 chevaux à 300 tours. Nombre de coups par minute : quatre. F. R.

DIVERS.

La commande électrique dans les filatures (¹).

Reprenant une question qui, depuis plusieurs années, passionne les ingénieurs électriciens anglais, l'auteur commence par exposer les raisons pour lesquelles le développement de la commande électrique des métiers à filer a été et est encore si lente en Angleterre.

La première de ces raisons est que tout chef d'industrie se prête difficilement à faire l'essai d'un nouveau système quand il a déjà à sa disposition un système lui donnant complète satisfaction. Il craint en effet que, tout au moins aux débuts, l'application du nouveau système ne donne lieu à des arrêts de l'installation, arrêts qui sont plus préjudiciables dans l'industrie textile que dans toute autre, les heures de fonctionnement des filatures et tissages étant rigoureusement fixées par la loi, de sorte que les pertes de temps ne peuvent être compensées par une augmentation ultérieure des heures de travail. Aussi n'est-ce que peu à peu et lorsque l'introduction de l'électricité dans les ateliers de blanchiment et dans les ateliers d'impression d'indiennes eut démontré la souplesse de cet agent de transmission de l'énergie que la commande électrique put pénétrer dans la grande industrie textile.

La seconde raison provient de ce que les filatures et tissages anglais étaient, à l'origine du développement de l'électricité industrielle, de construction relativement récente et étaient pourvus de moteurs à vapeur et de transmissions mécaniques ne laissant rien à désirer sous le rapport du rendement et de la régularité de marche. Ce n'était donc que dans l'installation des usines et fabriques nouvelles ou celles des agrandissements des usines anciennes que l'emploi de l'électricité pouvait être envisagé. Ceci explique pourquoi le nombre des installations électriques est de beaucoup supérieur aux États-Unis qu'en Angleterre, le développement de l'industrie textile en Amérique étant tout récent.

Une troisième raison est que les avantages qui imposent la substitution de la commande électrique à la commande mécanique dans la plupart des installations industrielles n'existent plus dans le cas de l'industrie textile. Dans celle-ci, en effet, les machines qu'il s'agit de commander marchent d'une manière continue d'un bout à l'autre de la journée et sont extrêmement rapprochées les unes des autres; on ne pouvait donc faire valoir le gain d'énergie que procure la commande électrique des machines à arrêts fréquents, ni la diminution d'encombrement que procure généralement ce genre de commande. Au contraire même on pouvait objecter que les moteurs électriques fonctionneraient dans de mauvaises conditions par suite de la température élevée et du haut degré d'humidité qui doivent régner dans les salles des filatures; on pouvait aussi craindre que les risques d'incendie ne fussent accrus, l'air de ces salles étant fortement chargé de débris organiques impalpables susceptibles de s'enflammer sous l'effet d'étincelles électriques.

Dans la seconde partie de son étude, M. Crouch passe en revue les divers types de machines utilisées dans l'industrie textile en indiquant la puissance qu'elles requièrent. Ces machines sont généralement commandées par groupes, mais la commande individuelle est également à examiner, car si elle présente l'inconvénient d'augmenter les frais de premier établissement, elle possède l'avantage d'augmenter de 5 à 10 pour 100 le rendement des petites machines, comme l'auteur l'a antérieurement montré (¹). Quant au genre de moteur électrique à adopter, le moteur à courant continu est certainement préférable, mais certaines considérations peuvent imposer le courant alternatif et, dans ce cas, le moteur à cage d'écureuil donne d'excellents résultats.

L'auteur établit ensuite un parallèle entre la commande mécanique et la commande électrique, au point de vue de la régularité de marche, des pertes de transmission et des dépenses de premier établissement et d'exploitation. Il conclut à l'équivalence des deux systèmes.

Il étudie enfin s'il convient de produire l'énergie électrique sur place ou de l'acheter à une usine extérieure et montre que l'avantage est tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, suivant la puissance de l'installation et le prix d'achat de l'énergie électrique.

(¹) L. CROUCH, *Electrical Review*, Londres, t. LXVI, 15 avril 1910, p. 580-583.

(¹) L. CROUCH, *Modern Electrical Machinery* (*Electrical Review*, t. LXV, 22 octobre 1909, p. 644-647).

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

NOMENCLATURE.

« Électromoteur » et « électro-moteur ».

Beaucoup d'électriciens sont certainement persuadés qu'après tant de congrès les termes du langage usité en électricité doivent avoir des acceptions uniques ou identiques, dans l'enseignement scientifique proprement dit comme dans l'enseignement technique ; il peut paraître surprenant qu'une divergence d'acception et de définition puisse même être possible entre eux.

Cette *bizarrerie* est pourtant une réalité, tout au moins pour le terme *électromoteurs*.

Aucun technicien n'hésiterait à définir l'électromoteur comme un moteur électrique.

Par contre, s'il prenait fantaisie à l'un d'eux de prier quelque jeune bachelier de lui citer des types d'appareils électromoteurs, celui-ci, sur la foi des traités, des ouvrages les plus doctes, indiquerait, avec assurance et entre autres, les piles, les sonneries, les accumulateurs, peut-être les téléphones, etc.

L'interrogateur trouverait probablement la réponse fantaisiste; aux examens d'admission dans plus d'une école d'électricité elle vaudrait probablement une « colle » de première grandeur.

Et cependant le débutant ne serait pas en faute et pourrait en appeler, en toute bonne foi, à ses premiers maîtres.

En effet, sans remonter à Faraday à qui, très vraisemblablement, l'on doit la première acception du terme « électromoteur », on peut lire dans « L'Électricité et le Magnétisme », de Mascart, 2e édit., 1896, p. 586 :

« 389. *Electromoteurs.* — Lorsqu'un moteur électrique, » au lieu de recevoir un courant, est mis en marche par » une machine étrangère, il devient, en général, le siège » d'une force électromotrice E de signe contraire à celle » qui produirait le mouvement, et le circuit qui le constitue, » s'il est fermé, peut être parcouru par un courant élec- » trique. L'appareil devient alors un producteur d'élec- « tricité, ou un électromoteur. »

Nous n'avons pas la prétention de nous élever contre la si vivante définition d'un de nos maîtres les plus respectés, mais nous pouvons regretter que, de l'Enseignement supérieur, une définition si abstraite ait été transportée dans l'enseignement général, universitaire sans les arguments qui la préparent et l'accompagnent dans l'ouvrage précité. Ainsi, dans un manuel récent en usage courant dans les lycées, peut-on lire une définition comme celle-ci :

« Les machines électriques ... toutes ont deux pôles ... » et quand on réunit ces deux pôles par un conducteur » extérieur, l'électricité ... va du pôle positif au pôle négatif » à travers le conducteur extérieur et du pôle négatif » au pôle positif à travers la machine elle-même.

» Pour rappeler les caractères communs à toutes les » machines électriques, on leur donne le nom général » d'*électromoteurs.* »

En partant d'une telle définition, les jeunes gens considèrent les piles, les accumulateurs (que sait-on encore ?) comme des *électromoteurs*; ils apprennent ainsi une classification qui risque de les ahurir, l'expression n'est pas exagérée, dès qu'ils seront en contact avec les vrais praticiens ou techniciens de l'électricité.

Nous comprenons bien le respect dû aux conceptions des précurseurs de la science, mais ne pourrait-on enseigner aux futurs savants ou praticiens un langage qui ne prête à aucune équivoque et qui ne risque pas de jeter le trouble ou la confusion dans leurs idées ?

Puisque, aujourd'hui, universellement peut-on dire, le vocable électromoteur s'applique, de par l'usage et les conventions des techniciens, exclusivement au moteur électrique, qu'on lui réserve cette acception.

Il suffirait pour être clair d'un très petit effort.

Qu'on remplace dans l'enseignement universitaire l'acception *désuète* d'*électro-moteur*, envisagée comme ci-dessus par celle de générateur électrique et tout le monde et la raison seront satisfaits.

A la rigueur l'expression *électron*-moteur, si l'on pouvait tenir à une désignation spéciale, s'appliquerait bien à l'idée primitive de Faraday et autres grands savants.

Ce n'est pas trop demander, croyons-nous, que les termes d'usage courant ne reçoivent pas, en des milieux différents et pourtant si intimement liés l'un à l'autre, des significations par trop opposées.

Il ne paraît pas qu'un congrès solennel soit nécessaire pour apporter un peu d'ordre sur le point particulier du langage que nous avons pu, par hasard, mettre en évidence.

Il suffit d'un peu de bonne volonté et de se rendre à l'évidence.

Nulle part que dans cette Revue nous ne pouvions trouver un meilleur accueil pour inciter à une réforme du langage qui doit s'imposer dans l'enseignement pour dissiper une obscurité fâcheuse. E. BRUNSWICK.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Extraits du classement des marchandises non dénommées au tarif d'entrée (art. 16 de la loi du 28 avril 1816).

La direction générale des douanes porte à la connaissance des personnes intéressées les assimilations ou classifications dont le relevé suit et qui, en ce qui concerne les assimilations, entreront en vigueur dans les délais fixés par l'article 2 du décret du 5 novembre 1870, soit, à Paris, un jour franc après la publication du *Journal officiel* et, partout ailleurs, dans l'étendue de chaque arrondissement, un jour franc après l'arrivée au chef-lieu de l'arrondissement du journal qui les contient :



DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	INDICATION DES ARTICLES DU TARIF AVEC LESQUELS LES PRODUITS DÉSIGNÉS CI-CONTRE ONT ÉTÉ CLASSÉS ET DONT ILS SUIVRONT LE RÉGIME.
Aluminium laminé en feuilles présentant un striage ou des pointes diamant obtenues par le passage entre des cylindres de laminoirs appropriés.	*Aluminium laminé* (n° 203).
Appareils électriques et électro-techniques......................	On entend par enroulement de fil métallique isolé tout enroulement de fil possédant un isolement propre, tels que les fils entourés d'un guipage en fils de textiles, d'une gaine en rubanerie, en passementerie ou en tissu, d'un enduit isolant à base de caoutchouc ou de gutta ou de toute autre matière, à l'exclusion des fils métalliques non recouverts (nus), disposés dans les gorges d'une bobine en porcelaine, verre ou poterie.
Bain-marie-électriques comportant une prise de courant indépendante, un pot en fonte étamé sans parties électriques et un récipient en fonte muni d'un dispositif de chauffage électrique.	Droits des *Appareils électriques* (n° 524 *bis*) sur la prise de courant, des *Ouvrages en fonte étamés* (n° 555) sur le pot en fonte et des *Appareils électrotechniques*, selon l'espèce (n° 524 *bis*) sur le surplus.
Électrolyseurs d'eau...	*Appareils non dénommés* (n° 525 *sexiès*). Parties électriques à taxer séparément.
Ferro-aluminium :	
Jusqu'à 20 pour 100 d'aluminium..........................	*Ferro-chrome de* 10 à 90 pour 100 *de chrome* (n° 205 *bis*).
Au-dessus de 20 pour 100 d'aluminium.....................	*Aluminium* (n° 203).
Habillages *ou* Garnitures extérieures de lampes électriques à arc, entièrement ou partiellement en cuivre, bronze ou laiton, même adaptés aux lampes, ne comportant aucun organe électrique.	*Autres objets en cuivre* (n° 575).
Isolateurs en porcelaine montés sur console en fer ou acier :	
Départ praticable...	*Droit afférent à chaque partie* (n°s 347 *bis* et 558 *bis*).
Dans le cas contraire.......................................	*Droit de la partie la plus imposée*, sur l'ensemble.
Lampes à vapeur de mercure, non remplies, mais garnies de filaments métalliques.	Lampes à incandescence, à filaments métalliques, munies de leur monture (n° 361).
Lanternes étanches électriques :	
Support de lampe à incandescence avec chapeau en fonte ou porcelaine.	*Appareils électrotechniques* (n° 524 *bis*).
Globe en verre ou cristal..................................	*Gobeleterie de verre, articles pour l'éclairage* (n° 350).
Protecteur en fils de fer..................................	*Ouvrages en fer non dénommés*, selon l'espèce (n° 568).
Machines *et* mécaniques à recouvrir les fils électriques, télégraphiques ou téléphoniques d'un guipage de fils de textiles ou d'une gaine en passementerie.	*Appareils non dénommés* (n° 525 *sexiès*).
Papier isolant au moyen d'un enduit à base d'huile, en feuilles ou en bandes.	*Papier de fantaisie préparé à l'huile* (n° 461).
Pièces isolantes pour l'électricité :	
Boulons isolateurs, tête en amiante moulé, tige en fer..........	*Autres ouvrages en amiante* ou *Pièces détachées de machines en fer*, selon que l'amiante ou le fer domine en poids (n° 260 *bis* et 533).
Manettes et autres pièces analogues en amiante moulé avec parties métalliques.	*Induits et pièces électriques* (n° 536).
Plaques en carton d'amiante de forme rectangulaire............	*Ouvrages en amiante, carton en feuilles de format rectangulaire* (n° 620 *bis*).
Les mêmes découpées autrement............................	*Ouvrages en amiante, carton façonné découpé en format non rectangulaire* (n° 620 *bis*).
Pièces en amiante moulé, sans parties métal....................	*Autres ouvrages en amiante* (n° 620 *bis*).
Pièces pour l'installation de tramways électriques, fer ou fonte et amiante moulé.	*Pièces détachées de machines ou autres ouvrages en amiante*, selon que la partie prépondérante en poids est le métal ou l'amiante moulé.
Rubans pour ligatures électriques constitués par une bande de caoutchouc, revêtue sur une face, d'une bande égale de tissu de coton pour prévenir l'adhérence des spires du rouleau.	Droit des *Autres ouvrages en caoutchouc combinés avec tissus* sur le poids cumulé du caoutchouc et du tissu (n° 620).
Tableau de distribution formé de deux panneaux, comportant l'un et l'autre un voltmètre, un ampèremètre et une mise en marche et destinés à être accouplés pour le contrôle d'une dynamo et d'une batterie d'accumulateurs.	*Appareils électriques*, selon l'espèce et la classe (n° 524 *bis*). A considérer comme un seul appareil.
Tables pour souffleurs de verre (table en bois munie d'un soufflet en cuir).	Droit des *Pièces de menuiserie*, sur la table, et des *Autres ouvrages en cuir*, sur le soufflet (n°s 601 et 492).
Tissu de soie isolant noyé dans un enduit coloré à base d'huile, en pièces ou en bandes.	Tissus de soie pure serrés, de couleurs ou noirs, selon l'espèce (n° 459).
Volants de machines tarifés sous le n° 532 *ter*..................	Sont compris sous cette spécification les volants d'énergie ou de régulation, à l'exclusion des volants-manivelles, poulies ou manettes de transmission, qui font partie intégrante des appareils lorsqu'ils sont importés avec ceux-ci.

(*Journal officiel* du 1er août 1910.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Arrêt du Conseil d'État au sujet de la patente imposée aux établissements métallurgiques comme entrepreneurs de fournitures de matériaux pour travaux publics ou comme fournisseurs de vivres, subsistances, etc., aux troupes de terre ou de mer....

Le Conseil d'État,

Sur l'intervention du Comité des Forges de France :

Considérant que la solution des questions portées devant le Conseil d'État par la Société des Forges de Franche-Comté présente pour le Comité des Forges de France un intérêt de nature à rendre son intervention recevable;

Sur les requêtes de la Société des Forges de Franche-Comté :

Considérant que les requêtes susvisées concernent l'imposition de ladite Société à la contribution des patentes et offrent à juger les mêmes questions, qu'il y a donc lieu de les joindre pour y statuer par une seule décision;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que la Société des Forges de Franche-Comté possède dans diverses communes du département du Doubs et du Jura des usines où elle fabrique des tôles, des clous, des fils de fer et autres ouvrages métalliques, et qu'elle est assujettie, pour chacun de ces établissements, à la contribution des patentes suivant le tarif du Tableau C;

Considérant que cette imposition est réglée non d'après la nature de la clientèle desdits établissements, mais en raison des moyens de production dont ils disposent, qu'il suit de là *que l'exercice de ces industries*, tel que l'entend la loi des patentes, *implique la faculté de vendre sous une forme quelconque les objets dont elles comportent la fabrication et notamment de les utiliser pour des travaux publics ou de les livrer en exécution de marchés de fournitures;* que, dès lors, *la Société requérante, en tant qu'elle met en œuvre ou qu'elle fournit des objets provenant de ses propres usines ne peut être réputée entrepreneur ou fournisseur dans le sens du tarif;* que par suite elle est fondée à soutenir que c'est à tort que le prix de ces objets a été retenu à l'évaluation du montant des marchés qui ont servi de base à son imposition comme entrepreneur de travaux publics ou fourniture de matériaux pour travaux publics;

Considérant, d'autre part, qu'il est établi par les pièces versées au dossier que si certaines fournitures à raison desquelles la Société requérante a été imposée en cette dernière qualité ne sont pas destinées à des travaux publics, *elles portent exclusivement sur des produits fabriqués dans ses usines; qu'il n'y a donc lieu de rechercher si ladite Société aurait dû, pour ces opérations, être imposée comme fournisseur de vivres ou subsistances, de chauffage, d'éclairage, etc. aux troupes de terre ou de mer*, dans les hospices civils ou militaires ou autres établissements publics,

Décide :

ARTICLE PREMIER. — L'intervention du Comité des Forges de France est admise.

ART. 2. — Les arrêtés susvisés du Conseil de Préfecture du Doubs, en date des 20 décembre 1907 et 5 mai 1908 sont annulés.

ART. 3. — La Société des Forges de Franche-Comté sera imposée à la contribution des patentes pour 1906 et 1907, dans la ville de Besançon, en qualité d'entrepreneur de travaux publics ou fourniture de matériaux pour travaux publics, d'après le montant annuel de ses entreprises, déduction faite : 1° de la somme de 1000 fr; 2° d'une somme égale au prix des objets fabriqués dans ses usines, tel qu'il ressort des clauses de ses marchés.

Il résulte de cet arrêt qu'une Société métallurgique ne fait qu'exercer son industrie en vendant, sous une forme quelconque, les objets qu'elle fabrique, et qu'il n'y a pas lieu de l'imposer spécialement, si elle utilise lesdits objets pour des travaux publics ou si elle les livre en exécution de marchés de fournitures.

Par suite :

1° Un établissement métallurgique ne peut être imposé comme fournisseur de matériaux pour travaux publics à raison de produits de sa fabrication qui lui sont commandés par l'État ou par des entrepreneurs pour être employés dans des travaux publics;

2° Un établissement métallurgique ne peut être imposé comme fournisseur de vivres, subsistances, chauffage, éclairage, etc., à raison des produits de sa fabrication qu'il livre aux départements de la Guerre et de la Marine ou aux établissements publics.

3° L'établissement métallurgique, qui soumissionne un marché de travaux publics et est imposé à ce titre comme entrepreneur sur le montant du marché, a le droit de demander que l'on déduise dudit montant la valeur des fournitures fabriquées par lui-même.

Le Conseil d'État repousse donc, on le voit, d'une façon complète, la nouvelle interprétation que l'Administration des Contributions directes prétendait donner à la loi de 1905.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société industrielle d'énergie électrique*. Assemblée ordinaire le 26 octobre, 11 h 30 m, 60, rue Caumartin, Paris.

Compagnie Parisienne d'énergie électrique. Assemblée ordinaire le 18 octobre, 4 h, 167, rue Montmartre, Paris.

Société électrique des Pyrénées. Assemblée ordinaire le 27 octobre, 11 h, 8, rue Pillet-Will, Paris.

Société Dijonnaise d'électricité. Assemblée ordinaire le 8 octobre, 2 h, 14, rue Vauban, à Dijon (Côte-d'Or).

Société Ariégeoise d'électricité. Assemblée ordinaire le 20 octobre, 10 h 30, à Pamiers (Ariège).

L'Air comprimé. Assemblée ordinaire le 26 octobre, 3 h, 19, rue Blanche, Paris.

Éclairage électrique de Cannes. Assemblée ordinaire le 14 octobre, 11 h, 12, rue de la République, à Lyon (Rhône).

Énergie électrique du Sud-Ouest. Assemblée ordinaire et extraordinaire du 17 octobre, 11 h, 92, rue de la Victoire, Paris.

Nouvelles Sociétés. — *Société hydro-électrique de Lyon*. — Siège social; 38, rue Saint-Georges, Paris. Capital : 4000000 fr. Constituée le 30 août 1910.

Société des forces motrices du Lignon de la Loire. Siège social : 25, rue de la République, à Saint-Étienne (Loire). Durée : 50 ans, Capital : 800000 fr.

Société anonyme éclairage et force motrice par l'électricité. Siège social : 31 et 33, rue Saint-Jacques, à Douai (Nord). Durée : 40 ans. Capital : 80000 fr.

Société anonyme française des centrales hydro-électriques de Sailly-Laurette et Chappy. Siège social : à Bray-sur-Somme (Somme). Durée : 35 années. Capital : 150000 fr.

Compagnie continentale Edison. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'assemblée générale ordinaire du 18 mai 1910, nous extrayons ce qui suit :

Le bénéfice industriel que notre Compagnie a retiré en 1909, tant de sa participation aux résultats de l'ensemble de l'exploitation électrique de Paris que de diverses recettes spéciales, a atteint 2890043,14 fr, en augmentation de plus de 500000 fr sur le chiffre correspondant à l'exercice antérieur.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Crédit.

	fr
Intérêts des fonds disponibles	103697,73
Produits des valeurs de portefeuille	316842,65
Bénéfice sur ventes de valeurs diverses	2330542,70
Bénéfice d'exploitation	2890043,14
Divers	76133,98
	5717260,20



Débit.

	fr	
Frais généraux....................	359601,12	
Redevance aux parts de fondateur.	2941,20	
Subvention de la Compagnie pour la retraite du personnel en 1909....	40459,70	
Deuxième annuité pour la rétroactivité de la retraite du personnel employé et ouvrier............	18007,36	
Divers....................	32712,02	
		453721,40
Bénéfice net........		5263538,80

RÉPARTITION.

Du bénéfice net de 5263538,80 fr afférent à l'exercice 1909, il y a lieu de déduire pour la réserve légale 5 pour 100, 263176,94 fr, soit un reste de 5000361,86 fr. En y ajoutant le report de l'exercice 1908, 49425,69 fr, on obtient un total de 5049787,55 fr sur lesquels il y a lieu de prélever d'abord l'intérêt de 6 pour 100 dû aux actions, 600000 fr, soit un reste de 4449787,55 fr.

Sur ce surplus, nous vous proposons de répartir, dans les proportions indiquées à l'article 43 des Statuts, 4000000 fr, dont : 1° 15 pour 100 pour le Conseil d'administration, 600000 fr; 2° 20,50 pour 100 pour les actionnaires comme dividende supplémentaire, 2000000 fr; 35 pour 100 pour les parts de fondateur, 1400000 fr; soit 4000000 fr, et de reporter à nouveau 449787,55 fr.

Les parts de fondateur auront à se partager : 1° le montant des redevances acquises conformément à l'article 42 des Statuts, 2941,20 fr; 2° la part leur revenant en vertu de l'article 43, 1400000 fr, soit un total de 1402941,20 fr.

Soit, pour chacune des 14000 parts, 100,21 fr (sous déduction de l'impôt) à payer le 1er juillet 1910.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1909.

Actif.

	fr
Banques et caisses....................	6454640,60
Valeurs de portefeuille....................	10365231,55
Comptes débiteurs....................	1085134,72
Approvisionnements en magasins....................	419552,58
Immobilisations : terrains, bâtiments, usines et installations d'électricité....................	619588,95
Loyers d'avance, installation et mobilier du siège social....................	21908 »
Impôts et droits de transmission à recouvrer.	193645,85
	19159702,25

Passif.

Capital social....................	10000000 »
Fonds d'amortissement du capital....................	11342,70
Réserve légale....................	1067084,18
Comptes créditeurs et dépenses non réglées au 31 décembre 1909....................	2715244,75
Redevance aux parts de fondateur et dividendes restant à payer....................	53066,13
Profits et pertes....................	5312964,49
	19159702,25

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des Agents diplomatiques et consulaires de France [1]. — N° 902. *Danemark.* — Le commerce du Danemark en 1909.

N° 903. *Équateur.* — Commerce et industrie de l'Équateur en 1908.

N° 904. *Espagne.* — Industrie et commerce de Malaga en 1909.

N° 905. *Turquie d'Asie.* — Commerce d'Alexandrette.

[1] Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 9, rue d'Edimbourg.

Nouveau tarif douanier péruvien.

Le Ministère français du Commerce et de l'Industrie vient de recevoir le texte du nouveau tarif douanier en vigueur au Pérou, depuis le 1er juillet 1910.

Ce document est tenu, par l'Office national du Commerce extérieur, 3, rue Feydeau, Paris, à la disposition des intéressés qui désireraient le consulter sur place. Des extraits dudit tarif seront également communiqués à tout négociant ou industriel établi en France, qui en fera la demande, par écrit ou verbalement, au siège de cette Institution.

Certificats de valeur acceptés par l'Administration des douanes cubaines.

Le *Moniteur officiel du Commerce* du 15 septembre 1910 contient une nouvelle liste des Chambres de Commerce françaises autorisées à délivrer des certificats de valeur acceptés par l'Administration des douanes cubaines.

Création d'un nouveau tarif international franco-italien.

Les Compagnies de Chemins de fer de l'Est, de l'État (ancien réseau de l'État et ancien réseau de l'Ouest), du Midi, du Nord, d'Orléans, de Paris à Lyon et à la Méditerranée, les chemins de fer fédéraux suisses, d'Alsace-Lorraine et de l'État italien, mettront en vigueur, à partir du 15 novembre 1910, un nouveau tarif pour le transport direct des marchandises en petite vitesse entre certaines gares des réseaux de l'Est, de l'État, du Midi, du Nord et d'Orléans, d'une part, et certaines gares des chemins de fer de l'État italien.

Pour tous renseignements complémentaires concernant ce document, s'adresser verbalement, ou par écrit, soit aux stations intéressées, soit à l'Office national du Commerce extérieur (4e service), 3, rue Feydeau, Paris (2e).

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique.

Dates.	Cuivre « Standard ».			Cuivre électrolytique.		
	£	sh	d	£	sh	d
26 septembre 1910.	55	2	6	57	10	»
27 » » .	55	2	6	57	10	»
28 » » .	55	»	»	57	10	»
29 » » .	54	16	3	57	10	»
30 » » .	55	»	»	57	10	»
3 octobre » .	55	15	»	57	15	»
4 » » .	55	10	»	57	15	»
5 » » .	55	17	6	58	5	»
6 » » .	55	7	6	58	5	»
7 » » .	56	8	9	58	7	6
10 » » .	56	7	8	58	10	»

Nota. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

INFORMATIONS DIVERSES.

Radiotélégraphie. — Récepteur radiotélégraphique portatif. — L'*Elektrophysikalische Rundschau* donne la description d'un récepteur radiotélégraphique portatif qui a été inventé par le professeur Cerebotani. L'appareil contient essentiellement un mouvement d'horlogerie dont les roues sont actionnées, au moyen

de relais, par les trains d'ondes lancés par un transmetteur de type quelconque. La rotation des roues se communique à une aiguille mobile autour du centre d'un cadran qui porte, à sa circonférence, des lettres et des chiffres.

Dans le but de rendre lisibles les signaux transmis, M. Cerebotani a encore imaginé un appareil imprimeur à dimensions plus grandes.

DÉVELOPPEMENT DU SERVICE RADIOTÉLÉGRAPHIQUE ANGLAIS. — L'*Electrician* publie un rapport présenté au Parlement anglais et contenant les renseignements suivants concernant le service radiotélégraphique :

1. Le nombre total des licences accordées aux propriétaires de navires s'élevait, à la date du 31 décembre 1909, à 32; ces licences s'appliquaient à 116 navires, dont 5 vapeurs-câbliers, 6 navires affectés au service du « West India fruit trade », 104 navires destinés au transport de passagers et de marchandises.

2. A la même date, le nombre total des stations pour lesquelles des licences ont été accordées s'élevait, dans le Royaume-Uni, à 260, dont 241 stations d'expérience.

3. Dans la période comprise entre le 31 mars et le 31 décembre 1909, 34 496 radiotélégrammes non officiels ou non administratifs ont été échangés entre les stations côtières anglaises et des navires de commerce.

4. Ce trafic se répartit comme suit entre les différentes stations côtières : Bolt Head, 262; Caisteron-Sea, 680; Crookhaven, 18 599; Heysham Harbour, 123; Lizard, 4434; Malin Head, 3423; Niton, 1779; North Foreland, 477; Parkeston Quay, 592; Rosslare, 875; Seaforth (Liverpool), 3252.

5. Pendant la période en question, aucun radiotélégramme de détresse n'a été reçu par l'une quelconque des stations susmentionnées. Cependant, trois communications ont été établies entre des navires en détresse et leurs propriétaires ou agents.

6. Les recettes provenant du trafic radiotélégraphique, en tant qu'elles reviennent au General Post Office, ont atteint les sommes ci-après :

Taxes côtières	28 000 fr.
Taxes pour la transmission sur les lignes télégraphiques intérieures	27 855 »
Total	55 875 fr.

Mais à ce propos, il y a lieu de faire remarquer que les stations de la Compagnie Marconi n'ont été exploitées par le General Post Office qu'à partir du 29 septembre dernier et celles du Lloyd à partir du 1er novembre dernier.

LES STATIONS RADIOTÉLÉGRAPHIQUES COMMERCIALES DE LA GRANDE-BRETAGNE. — D'après le *Post Office Guide* récemment paru, les principales stations radiotélégraphiques des Iles Britanniques sont actuellement les suivantes :

1° Station de Cullercoats, dépendant de la British Radio Compagny; sa portée est de 300 milles;

2° Station de Skegness, Hunshantou, Caister, North Foreland, Niton Bolt Head, Lizard, Seaforth, Malin Head, Rosslare, Crookhaven, Tobermory, Loch Boisdale, appartenant au Post Office; leurs portées normales varient entre 50 et 250 milles;

3° Station de Parkeston Quay, appartenant à la Great Eastern Railway Company; portée, 120 milles;

4° Station de Heysham, relevant du Medland Railway, portée, 150 milles.

On peut dire que tous les vapeurs quittant les ports anglais restent régulièrement en communication avec les côtes jusqu'à 200 milles de celles-ci.

Divers. — PRODUCTION DU CUIVRE EN 1909. — La production totale du cuivre pour 1909 est estimée à 839 255 longues tonnes (754 310 en 1908). Elle se répartit comme suit :

Espagne.	Allemagne.	Russie.	Norvège.	Italie.	Suisse.
52 185	22 455	17 750	9080	2725	2000
Turquie.	**Autriche.**	**Angleterre.**	**Hongrie.**	**Etats-Unis.**	**Mexique.**
800	1615	700	4505	490 310	56 240
Chili.	**Canada.**	**Pérou.**	**Bolivie.**	**Cuba.**	**Terre-Neuve.**
35 785	24 105	16 000	2000	2675	1380
Amérique.	**Europe.**	**Japon.**	**Australie.**	**Afrique.**	
62909[illegible]	113 815	47 000	34 400	14 945	

La Compagnie du Rio Tinto, en Espagne, a, à son actif, 35 370 tonnes; les dépôts de Mansfeld, en Allemagne, 18 715 tonnes; la Compagnie du Sulitelma, en Norvège, 4795 tonnes; la Cape Copper C° et la Namagua C°, 6945 tonnes.

LA CONSOMMATION DU CHARBON EN FRANCE. — La France est loin d'extraire de son sol tout le charbon qu'elle consomme. Par suite du développement de son activité économique, le déficit de sa production va même en s'aggravant, comme on peut le constater par les chiffres extraits du rapport du Comité central des Houillères de France :

	Production. — Tonnes.	Consommation. — Tonnes.	Déficit — Tonnes.
1900......	33 404 300	48 803 000	15 398 700
1901......	32 324 700	46 703 000	14 448 300
1902......	29 947 000	44 810 000	14 813 000
1903......	34 906 000	48 180 000	13 274 000
1904......	34 168 000	47 030 000	12 862 000
1905......	35 928 000	48 669 000	12 741 000
1906......	34 196 000	51 782 000	17 586 000
1907......	36 754 000	55 106 000	18 352 000
1908......	37 623 000	55 573 000	17 750 000

Tome XIV. **N° 164. — 30 octobre 1910.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Dans sa Note sur les **alternateurs compoundés** M. E.-J. BRUNSWICK (p. 288) fait observer que, contrairement à l'assertion de divers écrivains techniques, le problème du compoundage des alternateurs, auquel sont attachés les noms de MM. Maurice Leblanc, Blondel, Boucherot, Marius Latour, Parsons, doit être considéré comme pratiquement résolu; les applications diverses et déjà nombreuses des systèmes proposés par les inventeurs que nous venons de citer en sont une preuve convaincante.

En raison du faible rendement des moteurs thermiques, plusieurs chercheurs, en particulier le Dr Jacques, ont tenté de transformer directement en énergie électrique l'énergie chimique du charbon en utilisant celui-ci comme électrode soluble dans une pile à électrolytes appropriés.

Le **procédé pour la production des courants électriques,** qui est décrit page 288 d'après un article de M. SCHWERIN, montre qu'il est également possible d'envisager la transformation directe en énergie électrique de l'énergie potentielle des chutes d'eau. On verra en effet que ce procédé consiste à faire passer de l'eau sous pression sur une couche poreuse comprise entre deux toiles métalliques : ces dernières accusent alors une différence de potentiel, et un courant résulte de leur jonction.

Il résulte des mesures faites par M. Schwerin que la différence de potentiel ainsi produite est suffisante pour qu'on puisse envisager l'emploi pratique de piles de ce genre : on peut en effet obtenir 32 volts avec une pression de 80 atmosphères, soit avec 800 m de chute. L'intensité du courant obtenu est malheureusement bien faible, puisqu'elle n'atteint pas un dizième d'ampère par élément dans les conditions des essais; néammoins la puissance fournie par un de ces éléments peut dépasser 2,5 watts, malgré les faibles dimensions des éléments étudiés. Mais ce que n'indique pas l'auteur, c'est le débit d'eau nécessaire pour obtenir cette puissance, de sorte qu'il n'est pas possible de se rendre compte du rendement de cette transformation si simple de l'énergie potentielle en énergie électrique.

L'**accumulateur fer-nickel** n'a pas donné jusqu'ici les résultats pratiques qu'il laissait entrevoir lors de sa mise sur le marché par Edison il y a 8 ou 9 ans. Mais s'il n'a pas eu encore de nombreuses applications il a été l'objet d'un nombre considérable des travaux théoriques et expérimentaux dont les plus importants ont été signalés ici en leurs temps par notre collaborateur M. Jumau.

Un récent travail de MM. FŒRSTER et HÉROLD vient d'apporter une nouvelle contribution à nos connaissances sur cet accumulateur; le début d'une analyse détaillée de ce travail est donné pages 290 à 297.

On sait combien rapidement s'est développée l'utilisation des **forces motrices hydrauliques de la**

Suisse. La note publiée page 297 montre que le canton du Valais a été particulièrement favorisé sous ce rapport : alors qu'en 1884 la puissance totale des concessions accordées ne dépassait pas 4000 chevaux, elle atteignait 79700 chevaux en 1900 et montait à 245225 chevaux en 1908. La majeure partie de cette puissance est aujourd'hui utilisée soit pour la traction, soit pour la fabrication de produits chimiques.

***

Les réseaux de transmission et de distribution d'énergie à 60000 volts ne sont plus actuellement l'apanage exclusif des États-Unis et l'on sait qu'en France nous avons plusieurs réseaux très importants qui transmettent l'énergie électrique sous une tension presque aussi élevée (55000 volts).

On lira néammoins avec intérêt les renseignements donnés pages 300 à 303, d'après une communication de M. Downing à l'Institut américain des Ingénieurs électriciens, sur l'important **réseau à haute tension de la Pacific Gas and Electric Company,** réseau qui ne comprend pas moins de 2237 km de lignes à 60000 volts, sans compter 241 km de lignes à 100000 volts.

Les **soupapes électrolytiques** ont reçu des applications de divers genres. M. Tian montre (p. 302) qu'elles peuvent être utilement employées pour la protection des circuits inductifs.

***

La **commande des laminoirs par moteur électrique** prend une extension chaque jour croissante sur laquelle divers articles récents ont appelé l'attention de nos lecteurs. On a pu voir par ces articles que pour amortir les variations considérables que produiraient dans l'intensité du courant d'alimentation les brusques surcharges que subit à chaque instant le moteur, on doit accoupler à celui-ci un lourd volant. Mais pour pouvoir utiliser au moment des surcharges l'énergie cinétique accumulée dans le volant en mouvement, il faut que la vitesse angulaire diminue et cela dans une proportion d'autant plus grande que la surcharge est plus accentuée. Or, pour provoquer automatiquement la diminution de vitesse nécessaire, l'électricien a à sa disposition plusieurs procédés, dont l'un est une augmentation du champ inducteur du moteur.

Divers dispositifs peuvent d'ailleurs être utilisés pour produire cette variation automatique du champ inducteur. Celui qu'a imaginé M. Brun et qu'applique la Société Westinghouse est particulièrement intéressant. Ainsi qu'on le verra par la description qui est donnée pages 303 et suivantes de ce dispositif, le moteur porte un enroulement de champ principal monté en dérivation sur le circuit d'alimentation et un second enroulement alimenté par une excitatrice. Celle-ci, dont la puissance est à peu près la centième partie de celle du moteur, possède deux inducteurs dont les formes et dimensions sont telles que l'un se trouve magnétiquement saturé avant l'autre, qui agissent en sens contraires et qui sont excités par le courant principal du moteur. Il en résulte que tant que ce dernier courant ne dépasse pas sa valeur normale, les deux enroulements inducteurs de l'excitatrice, non encore saturés, produisent des champs qui se compensent, de sorte que l'excitatrice ne débite pas; tandis que si le courant du moteur dépasse sa valeur normale, l'un des systèmes inducteurs l'emporte et donne lieu à un courant qui va renforcer le champ du moteur.

Les essais faits avec ce dispositif ont montré qu'il agit très rapidement et très efficacement.

***

Parmi les travaux récents sur les **lampes à filaments métalliques** que signale M. Chéneveau (p. 307), il en est un qui, au moment de sa publication en juin dernier, fit quelque bruit : c'est celui de Coolidge sur l'obtention du tungstène ductile dans le laboratoire de la General Electric Co.

La production du tungstène en fils, tels qu'on produit le tantale, aurait en effet une répercussion très grande sur le développement de l'emploi des lampes à filaments de tungstène. Les procédés actuels de fabrication de ces filaments ne donnent que des parcules extrêmement petites de tungstène métallique que le passage d'un courant soude entre elles comme les grains d'un chapelet. Une conséquence de ce mode de fabrication est que les filaments manquent d'homogénéité, d'où une très grande fragilité de ces filaments et une énorme difficulté à obtenir des filaments de résistance ohmique déterminée. Ces inconvénients seraient nécessairement évités par l'emploi de filaments en tungstène étiré.

Malheureusement il ne semble pas que la fabrication de fils de tungstène soit encore pratiquement résolue, car jusqu'ici nous n'avons pas connaissance que des lampes à fil de tungstène aient été mises dans le commerce.

***

La mesure de l'**isolement des réseaux en fonctionnement** est particulièrement délicate lorsqu'il s'agit de réseaux à courants alternatifs. On trouvera pages 309 et suivantes la description donnée par notre collaborateur M. Mauduit pour effectuer très simplement cette mesure sur les réseaux triphasés.

Plus loin on trouvera plusieurs notes de M. Chéneveau sur les **mesures**. J. Blondin.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Vingtième Bulletin bimensuel de 1910.

CHANGEMENT DE DOMICILE.

Nous rappelons à Messieurs les Membres adhérents, ainsi qu'aux personnes en relations avec notre Syndicat, que le Siège social et les bureaux du Secrétariat sont transférés, depuis le 1er juillet 1910,

rue d'Édimbourg, n° 9 (au rez-de-chaussée).

Prière d'y adresser toutes correspondances et toutes communications concernant le Syndicat.

Service de placement.

Nous attirons l'attention sur notre *Service de placement* organisé depuis plusieurs années au Secrétariat et qui prend chaque jour une extension plus grande.

MM. les Industriels adhérents au Syndicat ont donc intérêt à nous signaler les emplois vacants, afin que nous leur facilitions la recherche du personnel qui leur est nécessaire.

MM. les ingénieurs, employés, contremaîtres et ouvriers à la recherche d'une situation trouveront, de leur côté, plus facilement un emploi en se faisant inscrire. Cette inscription se fait gratuitement, sur présentation de références sérieuses.

Renseignements techniques et administratifs.

Nous attirons l'attention de MM. les Adhérents sur l'intérêt qu'ils ont à faire connaître les appareils nouveaux ou les applications nouvelles qu'ils réalisent. En adressant au Secrétariat les renseignements utiles, mention pourrait en être faite dans *La Revue électrique*.

Nous rappelons, en outre, qu'il est fait mention dans *La Revue électrique* de tout Ouvrage nouveau dont deux exemplaires sont envoyés au Secrétariat.

Nous rappelons aussi que M. le Secrétaire général est à la disposition de MM. les Membres du Syndicat pour tous renseignements dont ils auraient besoin.

Bibliothèque.

Nous rappelons à Messieurs les Membres du Syndicat que la bibliothèque installée au siège social est à leur disposition.

Ils y trouveront les principales revues scientifiques françaises et étrangères, les bulletins des chambres de commerce françaises à l'étranger, les journaux officiels, les bulletins d'Associations diverses ainsi que de nombreux documents et Ouvrages intéressant l'Industrie électrique.

Renseignements.

Nous publions dans le présent numéro (p. 320) la nomenclature des cours publics qui se feront au Conservatoire national des Arts et Métiers pendant l'année 1910-1911 et qui sont de nature à intéresser nos adhérents et leur personnel.

Pour tous renseignements complémentaires s'adresser au Secrétariat du Syndicat.

Fondation Georges Montefiore.
(Prix triennal. — Concours de 1911.)

Pour la première fois, le prix triennal constitué par la « Fondation Georges Montefiore Levi » sera décerné en 1911.

Le concours est international et le programme comporte *un travail original présenté sur l'avancement scientifique et sur les progrès dans les applications techniques de l'électricité dans tous les domaines, à l'exclusion des ouvrages de vulgarisation ou de simples compilations.*

Sont seuls admis les travaux présentés pendant les trois années ayant précédé la réunion du jury.

Ils devront être rédigés en français ou en anglais et pourront être imprimés ou manuscrits, mais, dans ce dernier cas, être dactylographiés.

Le jury sera formé de dix ingénieurs électriciens dont cinq belges et cinq étrangers, sous la présidence du professeur-directeur de l'Institut électrotechnique Montefiore, qui est de droit l'un des délégués belges.

Le prix à décerner *en* 1911 est fixé à 20 000 *francs.*



Il pourra être divisé suivant décision prise par le jury dans certaines conditions stipulées au programme.

La date extrême de réception des travaux à soumettre au jury de la session de 1911 est fixée au 31 *mars* 1911.

Pour tous renseignements complémentaires et examen du programme complet, s'adresser au Secrétariat du Syndicat des Industries électriques.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 4 octobre 1910.

Présidence de M. C. ZETTER.

La séance est ouverte à 2 h 30 m.

Sont présents : MM. Azaria, Brunswick, Alexis Cance, Chaussenot, Davin, Eschwège, Grosselin, Hillairet, Larnaude, Leclanché, Legouëz, G. Meyer, M. Meyer, Saglio, E. Sartiaux, Sauvage, Sciama, Tourtay, Zetter.

Se sont excusés : MM. Gaudet, Portevin, Routin.

Les procès-verbaux des séances des 7 juin et 5 juillet publiés dans *La Revue électrique* des 30 juin et 30 juillet sont adoptés.

Nécrologie. — M. le Président fait part du décès de M. Debray (Paul), ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, ancien directeur de la Compagnie parisienne de l'Air comprimé, survenue pendant les vacances.

La Chambre joint ses regrets à ceux exprimés par le Président à la famille de notre regretté collègue.

Distinctions honorifiques. — M. le Président fait part des distinctions honorifiques suivantes :

Chevaliers de la Légion d'honneur :

MM. Debauge (Henry);
Mayer (Gaston);

Chevaliers du Mérite agricole :

MM. Heller (Richard);
Linder (Léo).

La Chambre joint ses félicitations à celles exprimées par son Président.

A été nommé récemment :

M. E. Geoffroy, Conseiller du commerce extérieur de la France pour une période de cinq années;

M. le Président adresse à notre collègue les félicitations de la Chambre pour cette distinction méritée et qui rehausse le prestige du Syndicat.

Remerciements. — M. le Président communique à la Chambre les remerciements des différentes Administrations de l'Etat, Chambres de Commerce et personnalités auxquelles l'*Annuaire du Syndicat* a été envoyé, et qui expriment tout l'intérêt que cette publication présente en raison des documents qui y sont contenus, ainsi que les remerciements de M. Legouëz pour la Médaille avec Diplôme accordée à l'École professionnelle de Jeumont pour récompenser un élève sortant, et du Syndicat des Chauffeurs, Conducteurs, Mécaniciens, Automobilistes, Électriciens, pour des volumes donnés comme prix aux élèves de ses cours professionnels.

Admissions. — Sont admis dans le Syndicat professionnel des Industries électriques, au titre d'Adhérents en nom personnel, inscrits dans la septième section professionnelle :

Sur la présentation de MM. Zetter et Chaussenot, M. Denécheau (Louis-Arsène), chef des services électriques des usines Delaunay-Belleville, 59, rue Stéphenson, à Paris.

Sur la présentation de MM. Zetter et Victor Baguès, M. Goldschmidt (Charles-André), Ingénieur, Chef du service électrique de la Maison Baguès frères, 31, rue des Francs-Bourgeois, à Paris.

Sur la présentation de MM. C. Zetter et Frédéric Lévi, M. Soguel (Louis-Paul), Directeur de la Compagnie Watt (installations électriques), 76, rue Paradis, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

Changement d'adresse. — La Chambre prend note du changement de siège social de l'Union des Syndicats de l'Électricité qui est transféré 7, rue de Madrid (Téléph. 549-49, 549-62), le secrétariat restant toujours 27, rue Tronchet.

Invitation. — M. le Président informe la Chambre qu'il a reçu une invitation au Banquet annuel de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers, qui aura lieu le 22 octobre courant, et auquel il se fera un plaisir d'assister.

Elections a la Chambre de Commerce de Paris. — M. le Président rappelle qu'à la précédente séance, la Chambre, a constaté que l'Industrie électrique n'est plus représentée à la Chambre de Commerce de Paris depuis la mort prématurée du regretté M. Sautter qui avait remplacé notre ancien Président, M. Sciama, arrivé à l'expiration de son mandat et non rééligible. Comme il serait désirable, en raison des intérêts importants qu'elle représente, qu'elle rentre en possession du siège qui lui avait été réservé, elle a décidé de présenter un candidat aux prochaines élections et désigné à l'unanimité M. Legouëz, l'un de ses Vice-Présidents.

M. le Président communique à la Chambre la lettre de M. le Président du Comité préparatoire des élections consulaires, qui montre que le moment est venu de présenter les candidats et de faire le nécessaire pour assurer le succès de leur élection. Après examen des dispositions à prendre, la Chambre charge son Président de présenter la candidature de M. Legouëz au Comité préparatoire des élections consulaires, et compte sur M. Meyer-May, notre délégué au Comité central, qui fait partie du Comité préparatoire, pour l'appuyer auprès de ses collègues.

M. le Président indique également qu'il demandera à l'Union des Syndicats de l'Électricité d'appuyer notre candidat et de le recommander aux Syndicats adhérents. Il compte enfin sur le concours personnel de tous les membres du Syndicat pour agir auprès des personnalités influentes faisant partie de leurs relations, en vue d'assurer le succès de cette élection.

Renouvellement du traité avec la maison Gauthier-Villars pour « La Revue électrique ». — M. le Président rappelle les pourparlers qui ont été engagés par l'Union des Syndicats de l'Electricité pour le renouvellement du traité relatif à *La Revue électrique*.

Pour répondre aux désirs exprimés, l'importance de la *Revue* sera augmentée et différentes modifications seront apportées à la disposition du texte et des annonces.

D'autre part, et en compensation des frais qui résulteront de ces modifications, l'éditeur demande que le



traité soit fait pour une durée plus longue et avec une légère augmentation de prix.

La Chambre approuve les dispositions proposées et remercie son Président du soin apporté par lui à ces négociations.

Correspondance. — Le Président communique à la Chambre la correspondance reçue et comprenant notamment :

— Questionnaire trimestriel de l'Office du Travail relatif à la situation industrielle.

— Monographie de l'Office national du Commerce extérieur, concernant le régime imposé aux voyageurs de commerce et à leurs échantillons dans le monde entier.

— Lettre de l'Office national du Commerce extérieur signalant des travaux importants qui vont être effectués au port d'Anvers [1].

— Lettre du Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, signalant le projet de construction d'une ligne téléphonique en Turquie d'Asie [1].

— Lettre du Ministre de la Guerre répondant à une réclamation au sujet des conditions figurant dans certains cahiers des charges du Département de la Guerre au sujet des échantillons à présenter par les soumissionnaires, et qui informe que la question est mise à l'étude en vue de donner satisfaction à notre demande en remboursant aux soumissionnaires le prix des échantillons qui seraient conservés par l'Administration.

— Lettre du Ministère des Affaires étrangères communiquant les conditions du concours de 1911 pour l'obtention du prix fondé par M. Georges Montefiore (applications de l'électricité).

Une Note relative à ce concours sera insérée dans *La Revue électrique*.

— Circulaires relatives au septième Congrès des Chambres syndicales industrielles et commerciales de France, qui aura lieu du 10 au 15 octobre 1910.

En raison de l'intérêt que présentent pour notre Syndicat les questions qui doivent être examinées à ce Congrès, la Chambre désigne comme délégués :

MM. Zetter, Président;
Legouëz, Vice-Président;
Chaussenot, Secrétaire général.

— Circulaire de la Ligue nationale contre l'alcoolisme qui signale l'édition d'un nouvel Almanach qu'elle tient à la disposition des personnes qui désireraient en faire l'acquisition en vue de les distribuer.

— Lettre de la Confederazione italiana dell' Industria qui se propose d'organiser un Congrès international patronal pour étudier les questions d'intérêt général.

La Chambre charge son Président de se renseigner en vue de la suite à donner ultérieurement à cette affaire.

— Circulaire du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France qui signale la loi en discussion supprimant le marchandage et demande d'aider son action pour faire arrêter et modifier cette loi.

Sur la proposition de M. le Président, qui rappelle que cette affaire est actuellement à l'étude, la Chambre décide de renvoyer cette circulaire à M. Legouëz, précédemment chargé de suivre cette question.

— Lettre d'une Chambre syndicale d'Entrepreneurs électriciens de province réclamant la suppression des installations par les stations centrales et la suppression des installations gratuites.

La Chambre renvoie cette affaire à l'étude des sixième et septième Sections professionnelles.

— Lettre de Constructeurs signalant une réclamation d'octroi pour taxer les machines comme immeubles par destination.

La Chambre renvoie la question à l'étude de la première Section professionnelle.

— Lettre de la Fédération générale française professionnelle des Mécaniciens-Chauffeurs-Electriciens des Chemins de fer et de l'Industrie qui sollicite, pour 1911, le renouvellement de la subvention habituelle en faveur de ses cours professionnels.

La Chambre décide de renouveler cette subvention afin de montrer par cette allocation tout l'intérêt qu'elle porte à la question de l'enseignement professionnel et de témoigner aux dévoués Ingénieurs qui font ces cours toute la sympathie de notre Syndicat.

Union des Syndicats de l'Électricité. — M. le Président rend compte de la séance tenue par le Comité de l'Union le 5 juillet 1910.

Le procès-verbal en sera publié dans *La Revue électrique*.

Union des Industries métallurgiques et minières. — M. le Président donne lecture du texte d'un arrêt du Conseil d'Etat, qui lui a été communiqué par l'Union des Industries métallurgiques et minières, au sujet de la patente imposée aux Établissements métallurgiques comme entrepreneurs de fournitures de matériaux pour travaux publics ou comme fournisseurs de vivres, subsistances, etc. aux troupes de terre ou de mer... qui repousse d'une façon complète la nouvelle interprétation que l'Administration des Contributions directes voulait donner à la loi de 1905.

En raison de l'intérêt que présente cet arrêt, la Chambre décide de le reproduire dans un prochain numéro de *La Revue électrique*.

— M. le Président communique également à la Chambre une Note donnant la Jurisprudence de la Cour de cassation sur la question des retenues et règlements de comptes faits au moment du payement des salaires et communiquant un modèle de fiche de paye étudié par ses Conseils juridiques. Ces documents sont tenus par le Secrétariat à la disposition des membres du Syndicat qui désireraient en prendre connaissance.

Projet de vocabulaire électrotechnique. — M. le Président rappelle que ce projet de Vocabulaire a été renvoyé à l'examen des Sections professionnelles.

Dès qu'elles auront toutes formulé leurs observations, celles-ci seront transmises aux délégués de notre Syndicat à la Commission du Comité électrotechnique français.

Questionnaire relatif aux traversées de chemins de fer. — Ce questionnaire est actuellement à l'étude dans les diverses Sections professionnelles.

[1] MM. les Membres du Syndicat pourront consulter le dossier de renseignements déposé au Syndicat.

Dès que les observations de toutes les Sections seront réunies, elles seront transmises à la Chambre syndicale.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A L'INTÉRIEUR DES IMMEUBLES. — Les différentes Sections ayant indiqué les observations qu'elles désiraient voir apporter au projet préparé par l'Union, le Rapporteur s'occupe actuellement d'établir le projet rectifié qui, aussitôt prêt, sera examiné par les Sections et, après accord, transmis à la Commission intersyndicale.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 3 h 50 m.

Le Secrétaire général, H. CHAUSSENOT. *Le Président,* C. ZETTER.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins.

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, p. 319. — Autriche-Hongrie : Exposition internationale de nouveautés et inventions de l'industrie du fer et de constructions mécaniques, p. 319. — Échantillons des voyageurs de commerce, p. 319. — Espagne : Certificats d'origine consulaires exigés pour les importations de tous pays, p. 319.

Informations diverses. — Conservatoire national des Arts et Métiers. Cours publics et gratuits, année 1910-1911, p. 320.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

VINGTIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 9 juillet 1910.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; Tainturier, vice-président; Eschwège, président de la Commission; Fontaine, secrétaire général; Buffet, Della Riccia, Desroziers, Langlade, Moret, Izart, Nicolini, Paré, Schlumberger.

Absents excusés : MM. Bitouzet, Cotté, Imbs et Roux.

M. Brylinski, président du Syndicat, ouvre la séance à la demande de M. Eschwège et expose que M. Eschwège, ayant été élu président désigné pour l'année 1910, se trouve, par suite des nouvelles fonctions dont il est investi, n'avoir plus les loisirs nécessaires pour présider la Commission technique. M. Brylinski indique que la Chambre syndicale a désigné M. Tainturier pour présider la Commission technique et il invite M. Tainturier à prendre place au fauteuil.

M. Tainturier fait appel au concours de tous ses collègues pour produire des travaux effectifs aussi intéressants que par le passé et donner aux séances, dans toute la mesure du possible, l'efficacité et l'éclat que la présidence de M. Eschwège leur avait assurés.

M. le Président procède ensuite au dépouillement du dossier des grilles mécaniques. M. Fontaine indique que d'autres renseignements ont été sollicités en raison des références fournies par les constructeurs d'appareils. Les réponses ne sont pas encore parvenues. Le dossier, tel qu'il est, est transmis à M. Nicolini qui voudra bien en faire le dépouillement et l'annexer à son dossier.

CHAUFFAGE AUTOMATIQUE DES FOYERS. — M. Nicolini remet une première partie du travail qu'il a fait sur ce sujet. Ce rapport sera reproduit et envoyé à tous les membres de la Commission, afin d'être discuté dans la séance de rentrée, le deuxième samedi d'octobre.

INSTRUCTIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A L'INTÉRIEUR DES MAISONS. — Cette question pourra sans doute être rapportée également à la rentrée, les travaux du Syndicat professionnel des Industries électriques à cet égard étant déjà très avancés.

CAHIER DES CHARGES POUR POTEAUX EN BOIS (M. Paré, rapporteur). — M. Paré annonce qu'il compte bientôt recevoir les éléments nécessaires pour son rapport.

FROID INDUSTRIEL. MACHINES A GLACE. — Divers membres de la Commission, et notamment M. Della Riccia, font observer qu'on peut trouver l'application intéressante du courant de jour dans les machines à

glace. Les fabricants de ces machines sont principalement : la Société du Froid industriel, les établissements Singrun frères et Dyle et Bacalan.

La Commission demande que, pour la rentrée, des renseignements soient obtenus sur ces machines et l'emploi qui peut en être fait au point de vue de la consommation du courant de jour.

TRAVERSÉE DES CHEMINS DE FER. — De nombreuses réponses ont été fournies et seront transmises pour le dépouillement à M. Sée.

LAMPES AU TUNGSTÈNE. — M. Drouin étant absent, la lecture de son rapport est remise à une prochaine séance.

CHAUDIÈRES. — Au point de vue des chaudières, M. Della Riccia indique que, d'après les études qu'il a récemment poursuivies, il y a intérêt à pousser beaucoup les chaudières dans les stations d'éclairage au point de vue du passage de la pointe, la pointe pouvant représenter trois à quatre fois le service du chargement moyen. Il en est tout différemment dans les tramways où la pointe ne représente guère que 1,8 de la charge moyenne. Dans ce cas, en raison d'un bon service, il vaut mieux avoir plus de chaudières et de machines et les moins charger, les mettre au régime le plus économique.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE. — M. le Président indique une note sur les gazogènes à grille (*Écho des Mines et de la Métallurgie du* 23 juin), une communication de M. S. Heryngfet sur un nouveau mode de fonctionnement économique des foyers de générateurs à vapeur et autres réalisés par le tirage équilibré (séance de la Société des Ingénieurs civils du 6 mai 1910), deux communications de l'Institut électrotechnique de Grenoble sur l'état actuel des industries électrothermiques et le calcul du diamètre économique des conduites forcées, etc.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 septembre 1910.

Membre actif.

M.

FAUSTIN (Frank), Propriétaire du Secteur électrique, 16, rue Gargoulleau, La Rochelle (Charente-Inférieure), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Membres correspondants.

MM.

ALAUSE (Louis), Ingénieur électricien, 36, rue Saint-Vincent, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

DELCLOY (Joseph), Électricien de laboratoire de mesures, 10, rue Perceval, Paris, présenté par MM. Fontaine et Pojawski.

FONTAINE (René), Électricien, 4, rue des Champs, Houilles (Seine-et-Oise), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

LESBAUDY (Albert), Constructeur électricien, 100, avenue Kléber, Paris, présenté par MM. Seiler et Gérand.

LORNE (Fernand-Paul), Ingénieur, 9, rue Jean-Bart, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Usine.

Secteur électrique de La Rochelle (Charente-Inférieure).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs, présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie, par M. A. Berthelot, député.

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Jurisprudence et contentieux. — Jugement du Tribunal correctionnel de Toulouse du 27 janvier 1910, Ministère public contre X, p. 317.

Chronique financière et commerciale. — Convocations d'Assemblées générales, p. 319. — Nouvelles Sociétés, p. 319. — Société Havraise d'énergie électrique, p. 319. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. xv.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

ALTERNATEURS.

A propos des alternateurs compoundés et de leur développement pratique.

L'intérêt du réglage automatique et, d'aussi près que possible, de la tension des alternateurs n'est plus discuté aujourd'hui ; le développement des turbo-alternateurs de grande puissance rend cette nécessité encore plus impérieuse, les machines de ce genre étant forcément à grande réaction d'induit et, par conséquent, à grande variation de tension en fonction de la charge.

Les systèmes de réglage automatique de la résistance du circuit d'excitation sont déjà nombreux ; certains dispositifs sont entrés dans la pratique courante.

Mais les « rhéostats automatiques de champ », comme on les désigne ordinairement, ne constituent pas, à proprement parler, des systèmes de compoundage ; leur mode d'action dépend essentiellement de leur sensibilité aux variations de régime.

Quoique suffisants dans la plupart des cas, ces appareils s'accommodent plus ou moins parfaitement des variations importantes, brusques et fréquentes de la charge, surtout lorsque le facteur de puissance est lui-même très variable.

Autrement dit, la correction qu'ils apportent à l'excitation ne suit pas instantanément la variation qui doit la provoquer.

Les alternateurs compoundés, par contre, agissent sur le réglage de l'excitation dès l'origine de la variation; la solution qu'ils fournissent du problème est, en principe, plus parfaite.

Néanmoins, en raison même de la difficulté du problème du compoundage des alternateurs synchrones, les solutions complètes (¹) n'ont pas été très nombreuses.

Pour cette raison, il a pu paraître, durant quelque temps, que le compoundage des alternateurs constituait une question ne comportant pas de solution réellement pratique.

Aussi n'est-il pas rare de trouver périodiquement, à l'étranger surtout, dans les publications techniques même les plus qualifiées, des études, évidemment très savantes et documentées en théorie, sur le réglage de la tension, dont les conclusions se présentent assez bizarrement en opposition avec la réalité.

C'est ainsi que nous pourrions croire, d'après les affirmations d'écrivains du Continent et d'outre Océan, que les alternateurs compound n'ont pas donné les résultats que les rares inventeurs en espéraient, puisqu'on n'en rencontrerait pas ou guère d'applications.

Or, presque en même temps qu'on pouvait relever ces conclusions plutôt décevantes, il était possible d'observer à l'Exposition de Bruxelles, parmi les groupes électrogènes qui y figuraient, un nombre respectable d'alternateurs compound et, qui plus est, de systèmes et d'âges différents.

Puisque non seulement la voie a été ouverte, mais est de plus en plus frayée, il faut bien croire que le problème n'est pas aussi dépourvu d'intérêt pratique que certains, n'en pouvant mais, tendraient, par des assertions plutôt aventurées, à le faire croire; il suffit, dans le passé tout proche et dans le présent, de rappeler les compoundages de M. Maurice Leblanc, de M. Blondel dont quelques intéressants exemplaires ont été réalisés, et celui de M. Boucherot dont la Maison Breguet poursuit depuis dix ans, et de plus en plus activement, l'application.

Actuellement, on compte, rien qu'en alternateurs compound du système Boucherot, une puissance de plus de 30 000 kilovolts-ampères répartie entre près de 200 unités.

Le même sujet a donné naissance, depuis lors et entre autres, aux solutions de M. Maurice Latour et de M. Parsons.

L'Exposition de Bruxelles présentait des spécimens de ces deux systèmes; en particulier, pour le second, dans le stand Cockerill et dans celui des Ateliers du Nord et de l'Est, à Jeumont.

On remarquera, par l'énumération qui précède, que les inventions françaises tenaient une place prépondérante dans ce domaine.

Il nous a paru bon de faire ressortir la faiblesse de la légende qui prétendrait infirmer la valeur pratique d'inventions non seulement remarquables par leurs principes et la notoriété de leurs auteurs, mais encore d'un caractère que nous pouvons considérer comme essentiellement national (¹). E.-J. BRUNSWICK.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Procédé pour la production de courants électriques (²).

On sait qu'il se produit des courants électriques lorsque des liquides traversent une paroi solide. Ce phénomène

(¹) Nous entendons par *solution complète* celle qui permet d'assurer le maintien de la constance de la tension aux bornes quelle que soit la charge et la valeur du facteur de puissance, dans des limites fixées préalablement et à convenir lors de la construction.

(¹) Rectifions une erreur qui s'est glissée dans notre article publié dans *La Revue électrique* du 15 février 1910 :

A la page 88, dans la première colonne du Tableau, *au lieu de*

$$k = \frac{k\text{V.A}}{\text{t : m}},$$

lire

$$k = \frac{\text{V.A}}{\text{t : m}}.$$

(²) Botho SCHWERIN. Brevet français n° 402 756 du 6 mai 1909

fut découvert par Quincke; mais cet auteur ne réussit pas à obtenir des courants suffisamment intenses pour être utilisés.

Reprenant cette question, B. Schwerin réalisa les expériences suivantes :

On fit traverser à des liquides sous pression des plaques ou couches minces composées de substances électro-actives et l'on mesura la tension produite, l'intensité et la résistance intérieure. Le dispositif utilisé comprenait un anneau plat en fer, recouvert de caoutchouc et fermé vers le bas par un élément de filtre vissé sur lui. Cet élément se compose d'une plaque de laiton percée de trous très fins, sur laquelle est tendue une toile métallique portant le filtre proprement dit, constitué par une pièce de soie compacte. Sur celle-ci est fixée une toile métallique très fine, formant l'un des pôles. On dispose sur ce pôle la couche composée de substances exerçant un effet d'osmose et sur cette couche le second pôle, composé d'un anneau métallique ajusté dans l'anneau de fer et recouvert d'une toile métallique tendue très fortement et en contact sur toute son étendue avec la couche.

On peut utiliser à nouveau le liquide refoulé au travers de l'appareil, et cela est même nécessaire, car il paraît s'établir un certain état d'équilibre entre la substance qui forme la couche et le liquide, état résultant de l'absorption et du degré éventuel de solubilité propre. Dans tous les cas, on n'obtient un potentiel constant que si l'on utilise le liquide en circuit fermé.

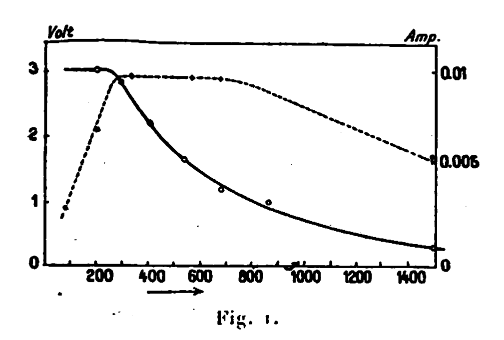


Fig. 1.

Des substances différentes introduites dans l'appareil produisent, à pression constante, différents potentiels. Une même substance donne, à pression constante, différents potentiels suivant le traitement antérieur de la substance et la composition du liquide.

Certaines substances (électronégatives) envoient le courant positif dans le même sens que l'eau. Parmi celles-ci, citons l'anhydride silicique, l'argile cuite, le soufre, le bleu d'outremer, le charbon non conducteur. D'autres substances (électropositives) envoient le courant en sens contraire. L'anthracite, par exemple, agit ainsi.

On peut augmenter le pouvoir conducteur de la couche, et par suite l'intensité au moyen d'électrolytes appropriés, et sans diminuer pour cela la force électromotrice. Si l'on augmente le pouvoir conducteur spécifique au moyen d'électrolytes non appropriés, la tension et l'intensité diminuent et peuvent être annulées complètement. Les bases constituent des électrolytes appropriés pour les substances électronégatives, et les acides pour les substances électropositives.

L'influence des électrolytes est si importante qu'il paraît probable que la production des courants de diaphragmes est tributaire de la présence d'ions.

Dans les deux figures ci-dessous, les courbes de tension sont indiquées en traits pointillés et les courbes d'intensité, en traits continus.

Les courbes de la figure 1 démontrent l'effet d'un électrolyte approprié en présence d'une pression constante de 5 atmosphères. La couche est formée ici de charbon négatif pulvérisé très fin; elle a une épaisseur de 8 mm, et une surface de 2 dm². La résistance intérieure est de 1500 ohms, lorsqu'on utilise de l'eau distillée exempte d'acide carbonique.

Cette résistance diminue lorsqu'on ajoute de l'ammoniaque. En même temps l'intensité peut être décuplée et la tension doublée. La quantité d'énergie utilisable est donc, pour la même pression, environ 20 fois supérieure lorsqu'on ajoute de l'ammoniaque. Si la résistance intérieure diminue dans une trop forte mesure, l'intensité reste constante, mais la tension diminue.

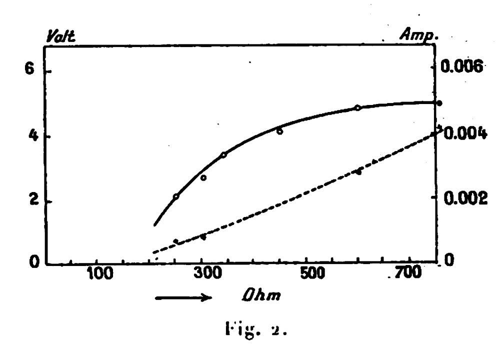


Fig. 2.

Les courbes de la figure 2 montrent l'influence d'un liquide non approprié. La couche a 4 mm d'épaisseur et se compose également de charbon négatif. La résistance intérieure étant diminuée avec de l'acide acétique, on voit que l'intensité et la tension diminuent. C'est ce qui explique la non-réussite des essais de Quincke.

La force électromotrice augmente proportionnellement avec la pression. L'intensité est proportionnelle à la tension lorsque la résistance de la substance formant la couche et l'électrolyte restent constants.

En utilisant, par exemple, une couche de 6,5 mm d'épaisseur et de 2 dm² de surface, composée de poudre de quartz, on obtient les résultats suivants :

Pression en atmosphères.	Volts.	Ampères.	Watts.	Ohms.
10	4,0	0,01	0,04	400
20	8,0	0,02	0,16	»
40	16,0	0,04	0,64	»
80	32,0	0,08	2,56	»

La puissance croît donc proportionnellement au carré de la pression. On peut donc produire de grandes quantités d'énergie même avec des surfaces très réduites, si l'on a à sa disposition de hautes pressions.

Le rendement augmente quand on utilise des plaques

ayant des pores plus fins. Dans ce cas, à pression égale et pour une même puissance, l'écoulement d'eau devient plus faible.

Il convient donc de pousser la pulvérisation des matières utilisées aussi loin que possible. Ces substances se trouvent alors dans un état tel que leur émulsion se rapproche d'une solution colloïdale. T. P.

Sur les réactions dans l'accumulateur fer-nickel, électrode fer (1).

Généralités. — Dans leurs recherches, F. Fœrster et V. Hérold ont employé le fer réduit de la maison C.-A.-F. Karlbaum (fer A) et le fer réduit d'Edison (fer B). Le premier est gris clair, n'a pas la structure cristalline. Comme impuretés métalliques, il renferme 0,08 pour 100 de manganèse et 0,02 pour 100 de nickel. Il contient aussi de petites quantités d'oxygène (à l'état d'oxyde de fer) qu'on élimine par réduction dans l'hydrogène.

Le fer employé par Edison est beaucoup plus fin et en poudre impalpable. Il est obtenu par réduction par l'hydrogène, à température aussi basse que possible, environ 480° C., d'oxyde de fer particulièrement fin. Le courant d'hydrogène continue à passer à froid et le produit est mis dans l'eau, de façon à lui faire perdre ses propriétés pyrophoriques. Il se produit dans ce cas une couche protectrice d'oxyde de fer. Cette matière noire fournie par Edison et la maison Bergmann, appelée ici fer B, a comme impuretés métalliques 0,05 pour 100 de cuivre et 0,1 pour 100 de nickel. Elle renferme en outre 0,01 pour 100 de graphite et 0,01 pour 100 de silicium (sans doute à l'état de silice), ainsi que des quantités importantes d'oxygène.

Pour constituer les électrodes, on a pris ici les cuvettes en deux pièces utilisées par Edison et fabriquées en feuille d'acier perforé; les dimensions sont 7,5 × 2,5 cm en surface et 2 mm de hauteur. La plus petite des deux cuvettes est placée dans un cadre robuste; on y introduit la poudre de fer mélangée de graphite en flocons pour assurer la conductilibité, et l'on comprime avec une presse à main. On recouvre avec la grande cuvette que l'on comprime dans un autre cadre. Sur le bord des poches ainsi obtenues est disposé un conducteur en fer fixé aux poches par plusieurs fils transversaux.

Chaque électrode fer à essayer était montée entre deux électrodes nickel d'un élément Edison. Le montage se faisait dans un petit bac cylindrique, on y introduisait 150 cm³ d'électrolyte composé d'une solution 2,8 fois normale de potasse pure (solution à 16 pour 100). Une ouverture dans le bouchon de caoutchouc fermant le bac permettait le dégagement des gaz pendant la charge ou la mise en communication avec une électrode normale pour la mesure des potentiels. Cette mesure se faisait par la méthode de compensation à l'aide d'un électromètre capillaire. L'électrode normale employée était l'électrode au calomel dont le potentiel

$$\varepsilon_h = +0,283 \text{ volt}.$$

(1) F. Fœrster et V. Hérold, *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. XVI, 1er juillet 1910, p. 461.

Pour diminuer le plus possible les chaînes liquides, on disposait une solution saturée de chlorure de potassium entre l'élément et l'électrode normale, le siphon plongeant dans l'élément étant naturellement rempli de solution de potasse. Dans ses recherches antérieures (1), Faust avait pris comme électrode auxiliaire une électrode zinc qui plongeait dans une solution de potasse à 16 pour 100 renfermant 2 pour 100 d'hydroxyde de zinc. Il indiquait comme potentiel de cette électrode par rapport à l'hydrogène dans le même électrolyte — 0,43 volt. Le potentiel de cette électrode hydrogène étant

$$\varepsilon_h = -0,84 \text{ volt}.$$

on a pour le potentiel de l'électrode utilisée par Faust

$$\varepsilon_h = -1,27 \text{ volt}.$$

On peut ainsi comparer les résultats de Faust à ceux des essais actuels.

Un point très important de l'étude est la détermination des proportions de fer métallique, oxydule et oxyde de fer qui se trouvent dans la matière active à ses différents états de charge et de décharge. La méthode antérieurement employée par J. Weber est la suivante : L'électrode à essayer est traitée plusieurs heures par l'eau chaude exempte d'air de façon à éliminer complètement l'alcali, puis séchée à température modérée dans un courant d'anhydride carbonique. Après refroidissement on ouvre l'électrode, toujours dans le courant d'anhydride carbonique, on répartit rapidement des portions de la matière dans des flacons de pesée, qu'on ferme et qu'on pèse. La première portion sert pour la détermination du fer métallique. A cet effet, elle est chauffée dans une solution de chlorure de mercure; après repos on titre celle-ci au permanganate.

La deuxième portion est dissoute dans l'acide chlorhydrique et le chlorate de potassium et sert pour la détermination du fer total à l'aide du chlorure d'étain. La troisième portion est traitée à chaleur modérée par une solution neutre de chlorure ferrique. Celle-ci dissout toute la matière, le fer métallique et l'oxyde ferreux à l'état de sel ferreux dont le dosage donne la proportion d'oxyde ferreux puisqu'on connaît déjà le fer métallique.

Cette méthode est un peu incertaine à cause des risques d'oxydation de la matière très divisée pendant l'ouverture des poches et la pesée. En outre, il est impossible de dissoudre le fer B, très fin, dans le chlorure ferrique, sans dégagement d'hydrogène.

Pour éviter cet inconvénient, il ne faut pas sécher la matière, mais, après lavage, déterminer la proportion des trois corps : fer, oxydule et oxyde dans la même portion. Les auteurs opèrent alors comme suit : les poches à analyser sont lavées toute une nuit, dans un flacon d'Erlenmeyer, avec de l'eau bouillie, en évitant l'accès de l'air. Le matin suivant, l'eau est chassée du flacon par un courant d'hydrogène, puis on remplit à nouveau avec de l'eau qu'on laisse quelque temps. Ces opérations sont répétées jusqu'à ce que l'eau chassée

(1) *La Revue électrique*, t. VII, 30 mai 1907, p. 289.



ne contienne plus trace d'alcali. Les poches sont ensuite ouvertes rapidement dans une capsule plate sous l'eau. On sépare la matière en deux parties de façon à faire deux déterminations parallèles. La matière est introduite dans deux cornues graduées remplies d'une solution neutre de chlorure de mercure. Comme quantité de ce sel on prend 4 à 5 fois la quantité de matière qu'on traite. Les cornues sont munies d'une soupape de Bunsen, leur contenu est porté à l'ébullition et laissé ainsi 30 à 45 minutes pendant lesquelles on agite fortement. On laisse alors refroidir, on remplit jusqu'au trait avec de l'eau bouillie et on laisse reposer. On prélève ensuite, à l'aide d'une pipette, un volume déterminé de solution qu'on titre au permanganate, naturellement avec addition de sulfate de manganèse. La consommation de permanganate correspond à la teneur de la matière en fer métallique.

La solution claire restant dans la cornue est séparée du résidu à l'aide d'un courant d'hydrogène; le résidu est lavé avec une solution étendue de sublimé. On laisse reposer et l'on sépare encore la solution par le courant d'hydrogène. On répète cette opération jusqu'à ce que la solution ne renferme plus trace de fer. On dissout le résidu dans l'acide chlorhydrique modérément étendu. On étend jusqu'au trait et l'on titre dans une partie de cette solution le fer à l'état ferreux provenant de l'oxydule. Le titrage se fait au permanganate.

Dans une autre partie, on dose le fer total provenant du chlorure ferrique et du chlorure ferreux, par réduction à l'aide du chlorure d'étain ou par la méthode de Zimmermann et Reinhardt. La différence entre ces deux déterminations donne le fer à l'état d'oxyde.

Pour contrôler cette méthode, on a analysé le fer B. Une détermination de fer total par la méthode de Reinhart et Zimmermann a donné 88,8 pour 100 de fer. La méthode ci-dessus a donné 87,6 pour 100. L'approximation est suffisante. Cette teneur totale de 87,6 pour 100 de fer correspondait à une composition de matière de : 52,6 pour 100 de Fe, 18,7 pour 100 FeO et 28,7 pour 100 Fe^2O^3. Une autre analyse donnait 51,8 pour 100 Fe, 19,4 pour 100 Fe O et 28,9 pour 100 Fe^2O^3.

Avec le fer A qui est en particules plus grosses, l'attaque par le chlorure mercurique se fait plus difficilement, car les particules s'enrobent de chlorure mercureux.

Des essais montrent que le chlorure mercureux formé ne réagit ni sur l'oxyde ferreux, ni sur l'oxyde ferrique. On démontre aussi que le fer métallique ne réagit pas sur l'hydroxyde ferrique pendant le traitement par la solution de chlorure mercurique.

Allure générale de la décharge des électrodes fer. — L'électrode en fer A plongée dans la potasse est presque inactive, mais devient active dès qu'on la polarise cathodiquement même un court instant et présente alors une capacité élevée.

Dans l'essai n° 1 la matière renfermait 80 pour 100 de fer A et 20 pour 100 de graphite. Son poids était de 4,2 g. Dans la potasse 2,8 fois normale, on avait

$$\varepsilon_h = -0{,}025 \text{ volt}$$

et la tension aux bornes, en présence d'une positive en peroxyde de nickel chargée, était de 0,58 volt. Après une nuit la tension aux bornes et le potentiel cathodique avaient encore baissé. En fermant l'élément sur une grande résistance, il donnait au début 0,02 ampère; mais après une minute, il n'y avait plus que 0,005 ampère avec une tension aux bornes de 0,19 volt; après 10 minutes, ces valeurs devenaient 0,003 ampère et 0,0006 volt.

La charge de l'élément donnait alors les résultats suivants, pour une quantité totale d'électricité de 1,55 ampère-minute :

Temps en minutes depuis le début de la charge.	Tension aux bornes en volt.	Potentiel cathodique ε_h, en volt.	Observations relatives à l'électrode fer.
1	1,36	»	
2	1,42	»	
3	1,475	— 0,897	Aucun dégagement gazeux.
4,5	1,51	»	
5,5	1,54	— 0,932	
7	1,58	»	Apparition des premières bulles d'hydrogène.
8	1,62	— 1,037	Abondant dégagement gazeux.
10	1,625	— 1,049	
14	1,63	— 1,049	
22	1,64	— 1,050	
30	1,645	— 1,051	

Immédiatement après la charge, on faisait la décharge à 0,07 ampère, qui donnait les résultats exprimés par la courbe de la figure 1. Celle-ci indique la variation de

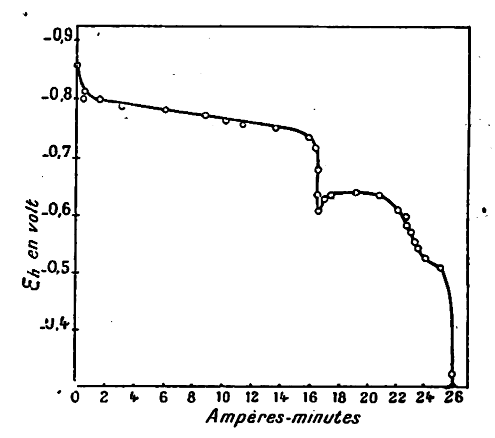


Fig. 1.

la tension cathodique ε_h en volt en fonction des ampères-minutes. Pendant la première phase, jusque — 0,606 volt, le voltamètre indiquait une quantité d'électricité de 16,92 ampères-minutes et, pendant la deuxième phase, 8,94 ampères-minutes. Ces deux quantités sont dans le rapport de 1,89 à 1,00. L'affirmation de Faust que la phase I donne les 40 centièmes de la capacité totale n'a donc aucun caractère de généralité. Il n'y a aucun rapport, comme on le voit, entre la capacité totale obtenue (25,86 ampères-minutes) et la quantité d'électricité chargée (1,55 ampère-minute), celle-ci ayant d'ailleurs servi en grande partie au dégagement d'hydrogène.

Dans un deuxième essai, la matière active pesait

4,9 g et renfermait 80 pour 100 de fer A et 20 pour 100 de graphite. La polarisation cathodique à 0,05 ampère commençait 10 minutes après introduction de l'électrode dans l'élément. Elle se faisait comme l'indique le Tableau suivant, la quantité d'électricité chargée étant de 0,92 ampère-minute :

Temps en minutes depuis le début de la charge.	Tension aux bornes en volt.	Potentiel cathodique en volt.	Observations relatives à l'électrode fer.
0,5	1,44	»	
1,5	1,46	— 0,944	Aucun dégagement apparent.
3	1,52	»	
4	1,54	— 0,979	Bulles gazeuses.
5	1,56	— 0,995	
7	1,575	— 1,005	Dégagement gazeux nettement visible.
9	1,60	— 1,027	
13	1,60	— 1,027	Abondant dégagement gazeux.
15	1,60	— 1,027	
17	1,60	— 1,027	

Onze minutes après la fin de la formation, la décharge était effectuée à 0,07 ampère. Elle donnait les résultats résumés dans le Tableau ci-dessous :

Temps depuis le début de la décharge en minutes.	Ampères-minutes (min. × 0,07 amp.).	Tension aux bornes en volt.	Potentiel cathodique ε_h en volt.
0	0	1,46	— 0,888
0,5	0,035	1,375	— 0,820
6	0,42	1,34	— 0,804
17	1,19	1,32	— 0,800
39	2,73	1,295	— 0,794
93	6,51	1,27	— 0,789
157	11,0	1,25	— 0,782
240	16,8	1,22	— 0,770
307	21,5	1,205	— 0,758
367	25,7	1,19	— 0,745
379	26,5	1,18	— 0,735
386	27,0	1,15	— 0,703
388	27,2	1,08	— 0,653
390	27,3	1,06	— 0,622
A ce moment, le voltamètre indique 28,6 ampères-minutes.			
417	»	1,18	»
420	27,5	1,145	— 0,663
421,5	27,6	1,07	— 0,611
423	27,7	1,06	— 0,602
428	28,1	1,06	— 0,605
431	28,3	1,06	— 0,610
436	28,7	1,06	— 0,611
486	32,1	1,015	— 0,575
531	35,3	0,998	— 0,556
607	40,6	0,91	— 0,471
618	41,4	0,75	»
623	41,7	0,36	»
625	41,9	0,18	»

Pendant cette deuxième phase, le voltamètre indique 14,95 ampères-minutes.

L'électrode, complètement déchargée, était chargée à nouveau pendant 10 heures à 0,20 ampère, puis redéchargée à 0,07 ampère. On obtenait alors :

Temps en minutes.	Ampères-minutes.	Tension aux bornes.	Potentiel cathodique.
1	0,07	1,445	— 0,863
4	0,28	1,385	— 0,803
7	0,49	1,37	— 0,798
38	2,7	1,32	— 0,795
81	5,7	1,29	— 0,793
145	10,2	1,26	— 0,780
192	13,4	1,235	— 0,760
215	14,1	1,22	— 0,755
223	15,6	1,195	— 0,740
228	15,9	1,115	— 0,642
229	16,0	1,105	— 0,629
A ce moment, le voltamètre indique 16,6 ampères-minutes.			
237	»	1,165	»
240	16,2	1,12	— 0,637
242	16,4	1,11	— 0,633
248	16,8	1,11	— 0,635
252	17,2	1,11	— 0,637
447	30,7	0,58	— 0,066
450	30,9	0,3	»

Pendant cette deuxième phase, le voltamètre indique 14,2 ampères-minutes.

Le rapport entre la capacité de la première décharge (43,55 ampères-minutes) et la quantité d'électricité chargée (0,92 ampère-minute) est encore plus grand dans cet essai que dans le premier. Théoriquement, en supposant tout le fer de la matière active transformé en oxyde ferreux on devrait avoir 2256 ampères-minutes. On n'a obtenu ici que les 19 centièmes. La plus grande partie du fer est donc inactive.

Le rapport des capacités des deux phases est de 1,91 à la première décharge et seulement de 1,17 à la deuxième décharge. La capacité totale baisse de 43,55 ampères-minutes à la première décharge à 30,8 ampères-minutes à la deuxième décharge, quoique celle-ci ait été précédée d'une forte surcharge.

L. Jumau (1) a déjà signalé ces phénomènes. Il y a perte de capacité entre une électrode fer fraîche et la même électrode complètement déchargée puis rechargée, et le rapport des capacités de la première phase à la seconde diminue de la première décharge à la seconde. Aux décharges suivantes, la diminution ne continue pas ou très faiblement.

Dans un troisième essai, on employait 4,6 g de matière active renfermant 80 pour 100 de fer A et 20 pour 100 de graphite. L'électrode était polarisée cathodiquement 30 minutes avec un courant de 0,05 ampère. Après environ 30 minutes, on déchargeait à 0,07 ampère, jusqu'à $\varepsilon_h = +0,22$ volt. La courbe de décharge est donnée en figure 2 (courbe 3). On remarque qu'il y a un troisième palier de faible importance. La capacité totale débitée a été de 24,5 ampères-minutes d'après le voltamètre. Après repos d'une nuit, le potentiel cathodique ne remontait qu'à $\varepsilon_h = -0,35$ volt. On chargeait alors à 0,07 ampère. La courbe de charge est indiquée dans la figure 2 (courbe 3'). Comme la décharge, cette courbe présente deux phases qui correspondent aux deux actions de décharge. Les produits de la deuxième phase sont réduits avec un rendement en quantité égal à 1, sans

(1) *La Revue électrique*, t. VI, 1906, p. 299.

perte d'hydrogène, et à un potentiel qui s'élève rapidement au-dessus du potentiel de décharge de la première phase et aussi au-dessus du potentiel d'équilibre de l'électrode formée. Après cette première phase de charge, la tension monte rapidement et le dégagement d'hydrogène survient. C'est lui qui détermine le potentiel dont

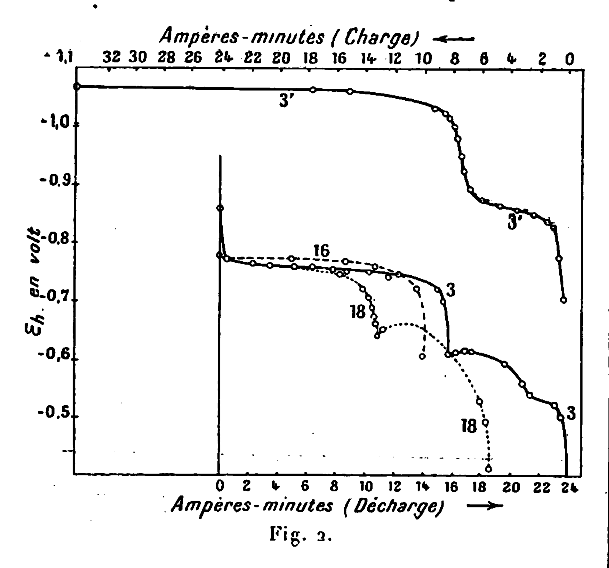


Fig. 2.

la valeur reste alors constante. Un deuxième coude pendant le dégagement d'hydrogène n'a pas été constaté, contrairement aux observations de Faust. On conclut de cet essai que, si la décharge est arrêtée après la première phase, la tension de la charge qui suit atteint immédiatement celle du dégagement d'hydrogène.

Les recherches précédentes, faites avec le fer A, ont été répétées avec le fer B qui est beaucoup plus fin, et pour le même poids de matière permet une plus grande capacité. Comme le fer B était fortement recouvert d'oxyde de fer, on opérait une réduction électrolytique, après fabrication de l'électrode, à une intensité de 0,2 ampère. Quand la durée de la réduction était de 36 heures, on trouvait que la matière active renfermait 89,9 et 91,9 pour 100 de fer métallique dans une électrode, et 90,0 et 90,4 pour 100 dans une autre électrode. Après 12 heures de réduction, on trouvait 91,0 pour 100 de fer métallique dans une troisième électrode. Il suffit donc de 12 heures pour la réduction électrolytique. La teneur moyenne en fer des précédentes déterminations est de 90,7 pour 100, alors que la matière initiale n'en renferme que 60,0 pour 100. La proportion d'oxydes dans la matière fraîchement formée est donnée par les analyses suivantes :

89,9 et 89,9	pour 100 de fer	à l'état	métallique,
3,8 et 5,1	»	»	d'oxydule,
6,3 et 5,0	»	»	d'oxyde.

Dans l'essai n° 4, l'électrode renfermait 3,95 g de matière composée de 83,3 pour 100 de fer B et 20 pour 100 de graphite. On formait pendant 13,5 heures à 0,2 ampère, puis on déchargeait immédiatement à 0,07 ampère. La courbe (courbe 4) de la figure 3 indique l'allure de cette décharge qui a été arrêtée après la première phase et a donné, d'après le voltamètre, 49,6 ampères-minutes.

Pour l'essai n° 5, l'électrode renfermait 3,70 g de matière active composée de 80 pour 100 de fer B et de 20 pour 100 de graphite. La formation durait 24 heures à 0,2 ampère. La décharge était effectuée ensuite à 0,06 ampère, jusqu'à 7 h 55 m de décharge, puis à 0,07 ampère. La capacité donnée pendant la première phase a été de 44,9 ampères-minutes, jusqu'à $\varepsilon_h = -0,653$. Pendant la deuxième phase, le voltamètre indiquait 53,0 ampères-minutes. La capacité totale a donc été de 97,9 ampères-minutes. L'allure de la décharge est indiquée dans la courbe (courbe 5) de la figure 3.

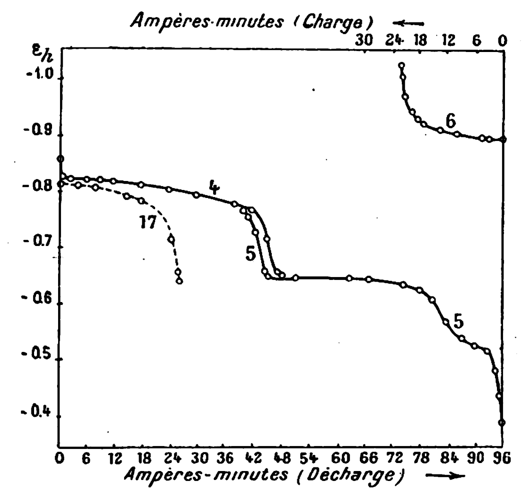


Fig 3.

L'essai n° 6 était entrepris avec une électrode comprenant 3,94 g de matière active (80 pour 100 de fer B et 20 pour 100 de graphite). On déchargeait complètement à 0,07 ampère, la première phase donnant 49,6 ampères-minutes et la seconde 64,5 ampères-minutes. On laissait ensuite en repos pendant une nuit après laquelle le potentiel cathodique remontait à $\varepsilon_h = -0,85$ volt, puis on chargeait à 0,07 ampère jusqu'à dégagement d'hydrogène. La courbe (courbe 6) de la figure 3, lue avec les abscisses ampères-minutes (charge), donne l'allure de cette charge, l'hydrogène commençant à dégager au potentiel $\varepsilon_h = -1,005$ volt, et le dégagement devenant abondant à $\varepsilon_h = -1,026$ volt. La charge étant alors coupée, après 1,5 heure de repos, le potentiel cathodique devenait $\varepsilon_h = -0,86$ volt.

Les courbes de la figure 3 montrent que les phénomènes sont les mêmes qu'avec le fer A, y compris le troisième petit palier de décharge. Mais, pendant la première phase de décharge, le potentiel est plus rapproché du potentiel d'équilibre de l'électrode avec le fer B qu'avec le fer A. En outre, pendant la deuxième phase, le potentiel reste beaucoup plus constant avec le fer B. Enfin, le passage de la première à la seconde phase est moins brusque et il n'y a pas de point de rebroussement.

La capacité de l'électrode en fer A est très élevée. Com-

parée à la capacité théorique, en supposant que le fer passe à l'état d'oxyde ferreux, on trouve que l'essai 5 a donné les 72 centièmes et l'essai 6, les 79 centièmes. Si l'on remarque que le fer B ne donnait que les 19 centièmes, on voit quelle importance considérable la finesse de la poudre de fer joue dans la préparation des électrodes.

Pratiquement, la différence entre les deux grosseurs A et B n'est pas aussi grande parce que le rapport des capacités entre la première et la seconde phase est moins grand avec le fer B. Ainsi, dans l'essai 5, ce rapport était de 0,85 à 1 et dans l'essai 6, de 0,77 à 1.

Par rapport à la capacité totale, la première phase a donné 45,9 et 43,5 pour 100 dans ces deux essais, chiffres voisins de ceux donnés par Faust avec un fer qui vraisemblablement se rapprochait du fer B comme finesse. En moyenne, la capacité de la première phase est donc les 33 centièmes avec le fer B et les 13 centièmes avec le fer A, de la capacité théorique ci-dessus indiquée.

Si l'on compare l'essai 3 à l'essai 6, on remarque qu'avant d'atteindre le dégagement d'hydrogène, il faut relativement moins de quantité d'électricité avec le fer B. La courbe (courbe 6) de la figure 3 montre en effet que le dégagement d'hydrogène survient après un nombre d'ampères-minutes égal à un peu plus du tiers de celui donné pendant la deuxième phase de la décharge.

En rechargeant l'électrode déchargée seulement jusqu'à la fin de la première phase, on atteint immédiatement le potentiel correspondant au dégagement d'hydrogène. Inversement l'électrode déchargée après la charge de l'essai 6 (électrode déchargée complètement, puis rechargée jusqu'au commencement du dégagement d'hydrogène) ne donne plus que la deuxième phase de décharge. C'est ce qu'indique le Tableau suivant, la décharge se faisant à 0,07 ampère :

Temps depuis le début de la décharge en minutes.	Tension aux bornes en volt.	Potentiel cathodique ε_h en volt.
1	1,17	»
3	1,125	— 0,660
6	1,07	— 0,613
15	1,02	»
25	1,01	— 0,613

ÉTUDE DE LA PREMIÈRE PHASE. — L'analyse de la matière active a donné les résultats résumés dans le Tableau ci-dessous :

NUMÉROS des essais.	MATIÈRE active, en grammes.	FER B dans la matière active, en p. 100.	FER métallique, en grammes, avant la décharge.	COMPOSITION DE LA MATIÈRE DÉCHARGÉE, APRÈS LA PHASE I.			FER MÉTALLIQUE		CUIVRE séparé au voltamètre, en grammes.	AMPÈRES-HEURES	
				Fer métallique en p. 100.	Fer de l'oxydule en p. 100.	Fer de l'oxyde en p. 100.	en grammes dans la matière déchargée.	disparu, en grammes.		d'après le fer à l'état d'oxydule.	d'après le cuivre du voltamètre.
4	3,95	83,3	2,643	64,2			1,875	0,768	0,9800	0,74	0,83
7	3,66	83,3	2,451	65,0			1,760	0,691	0,9983	0,66	0,84
8	3,83	83,3	2,571	65,4			1,858	0,713	0,9122	0,68	0,77
9	3,86	80,0	2,483	64,3	21,8	13,9	1,789	0,694	0,8892	0,67	0,75
10	3,44	80,0	2,209	66,4	22,2	11,3	1,623	0,586	0,7798	0,57	0,66
11	3,65	80,0	2,346	69,3	19,3	11,4	1,796	0,550	0,723	0,52	0,61

Dans l'essai 11, la décharge était interrompue pendant la première phase, alors que la tension aux bornes était 1,20 volt et le potentiel cathodique $\varepsilon_h = -0,77$ volt.

Si l'on se rappelle que le fer B fraîchement formé renferme en moyenne 90,7 pour 100 de fer à l'état métallique, 4 à 5 pour 100 à l'état d'oxydule et 5 à 6 pour 100 à l'état d'oxyde, on voit que la première phase consomme du fer métallique qui se transforme en oxydule. Mais on reconnaît aussi que la teneur en oxyde de fer est un peu plus élevée après la décharge qu'avant.

Les deux dernières colonnes du Tableau montrent qu'en supposant le fer disparu transformé en oxydule le nombre d'ampères-heures calculé est inférieur de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{9}$ au nombre d'ampères-heures exactement fourni. Cette différence n'est pas suffisamment grande pour justifier la supposition que, pendant la première phase, le fer passe à l'état d'oxyde d'oxydule, ce qui d'ailleurs ne s'accorderait pas avec l'augmentation constatée de la proportion d'oxydule. On pourrait seulement en conclure que l'oxydation du fer en oxydule est accompagnée ou suivie de l'oxydation en oxyde d'oxydule. Ceci serait en accord avec une observation de P. Krassa qui a constaté, dans la première phase, la formation d'oxyde noir ferroso-ferrique à côté de l'hydroxyde ferreux vert.

Une transformation de l'hydroxyde ferreux en oxyde d'oxydule ne serait possible que si le potentiel de décharge dans le cours de la phase 1 devenait moins négatif que le potentiel d'équilibre de l'hydrate d'oxydule de fer. Comme ce potentiel est $\varepsilon_h = -0,74$ volt dans la potasse 2,85 fois normale, cette transformation est possible dans la dernière partie de la décharge. Cependant, on voit que dans l'essai 11 où l'on a arrêté la décharge à $\varepsilon_h = -0,77$ volt, la teneur en oxyde de fer a augmenté aussi, et la quantité de fer disparu est moindre que celle correspondant à la capacité obtenue.

Il est donc bien plus probable qu'il s'agit d'actions locales pendant la décharge et pendant le traitement qui suit des électrodes. Pendant la décharge, une partie du fer peut être oxydée par l'air ou par de petites quantités d'oxygène des électrodes positives.

Faust a soutenu antérieurement que la première phase était due à l'hydrogène occlus dans le fer pendant la for-

mation. Mais cela ne peut pas être, car si l'on considère l'essai 4, par exemple, on trouve que la capacité donnée pendant la première phase correspondrait à un poids d'hydrogène occlus égal à 11,8 pour 100 du poids du fer. Ceci est impossible, car la teneur la plus élevée trouvée dans le fer électrolytique a été de 0,1 pour 100 d'hydrogène.

D'ailleurs des expériences directes montrent bien que la teneur en hydrogène est très faible. Ainsi, en polarisant cathodiquement l'électrode pendant 15 à 24 heures dans la potasse 2,85 fois normale, puis en traitant immédiatement la matière par l'acide sulfurique, on trouvait un dégagement d'hydrogène qui correspondait à 1,002 et à 0,996 de celui que donnerait le fer seul. L'essai 2 confirme aussi cette manière de voir puisque ici l'électrode n'a reçu pendant la formation que 0,92 ampère-minute dépensé en grande partie pour le dégagement d'hydrogène, alors que la première phase de décharge a donné 28,6 ampères-minutes.

Faust a aussi émis l'hypothèse que la première phase de décharge peut provenir d'un alliage fer-hydrogène. Il a basé cette supposition sur les observations suivantes : une électrode recouverte d'une couche mince de fer spongieux était étudiée au point de vue de la variation de potentiel aussitôt après la polarisation cathodique. On trouvait :

	Potentiel avec électrode zinc, en volt.	ε_h en volt.
Après 2 minutes...	0,3575	— 0,91
» 15 » ...	0,3707	— 0,90
» 40 » ...	0,3780	— 0,89
» 65 » ...	0,3907	— 0,88
» 90 » ...	0,409	— 0,86
» 46 heures.....	0,449	— 0,82

Cette dernière valeur se maintenait pendant 8 jours. L'électrolyte était de la potasse à 17 pour 100. Comme il y avait dégagement d'hydrogène au début, Faust concluait que le potentiel initial correspondait à l'alliage hydrogène-fer et le potentiel final au fer pur.

D'autre part, une électrode dont la décharge était interrompue pendant la première phase revenait au potentiel $\varepsilon_h = -0{,}88$ volt, alors qu'après interruption, pendant la deuxième phase, on obtenait $\varepsilon_h = -0{,}82$ volt. On pouvait en conclure que la première phase est donnée par l'alliage fer-hydrogène et la seconde phase par le fer pur.

Mais ces observations ne sont pas sans objections. Faust, en effet, recouvrait la potasse de son élément d'essai d'une couche d'huile de paraffine pour éviter l'accès de l'anhydride carbonique. Mais il n'a pas remarqué que l'oxygène de l'air exerce une grande influence sur le potentiel de l'électrode fer. Or on sait que l'huile de paraffine n'évite pas l'accès de l'air. Lorsqu'on évite soigneusement cet accès de l'air, le potentiel ne descend pas au-dessous de $\varepsilon_h = -0{,}86$ volt. C'est ce que montrent les essais suivants effectués avec des éléments conservés fermés entre les mesures.

Dans l'essai 12 l'électrode renfermait 3,6 g d'un mélange de 40 pour 100 de fer A, 40 pour 100 d'oxyde de fer et 20 pour 100 de graphite. On surchargeait fortement entre deux électrodes peroxyde de nickel et l'on déchargeait jusqu'à $\varepsilon_h = -0{,}75$ volt, c'est-à-dire pendant la première phase seulement. Le potentiel variait alors comme suit :

Après	13 heures.	36 heures.	84 heures.
ε_h en volt.........	— 0,835	— 0,862	— 0,871

On déchargeait ensuite 12 ampères-minutes, jusqu'à $\varepsilon_h = -0{,}64$ volt, c'est-à-dire le plus haut point de la deuxième phase. On obtenait :

Après	16 heures.	40 heures.	64 jours.
ε_h en volt....	— 0,837	— 0,842	— 0,850

Dans l'essai 13, l'électrode renfermait 4,5 g de la même matière que pour l'essai 12. On chargeait à 0,1 ampère jusqu'au commencement de dégagement d'hydrogène, c'est-à-dire de façon à être déchargée au même point que ci-dessus après décharge de la deuxième phase. On trouvait :

Après...	21 heures.	7 jours.	11 jours.	5 mois.	8 mois.
ε_h en volt..	—0,841	—0,858	—0,866	—0,861	—0,82

En ouvrant l'élément de façon à permettre l'entrée de l'air, le potentiel devenait :

Après....	24 heures.	3 jours.	5 jours.
ε_h en volt.............	— 0,81	— 0,75	— 0,68

Pour l'essai 14, on ne prenait que du fer A. La formation survenait après 10 minutes de polarisation cathodique à 0,1 ampère, le dégagement d'hydrogène étant très vif. On obtenait ainsi :

Après.....	8 heures.	48 heures.	3 mois.
ε_h en volt..........	— 0,876	— 0,875	— 0,874

Après repos de 8 mois, l'élément étant fermé, on ouvrait celui-ci pendant 3 jours. Après ce temps,

$$\varepsilon_h = -0{,}847 \text{ volt.}$$

Dans l'essai 15 on utilisait le fer B. L'électrode renfermait 4,5 g d'un mélange de 80 pour 100 de fer B et de 20 pour 100 de graphite. On surchargeait fortement. On obtenait alors après 2 jours $\varepsilon_h = -0{,}88$ volt. La même valeur était obtenue 2 jours après débit de 0,1 ampère, pendant 3 heures (phase 1). On déchargeait ensuite complètement à 0,2 ampère.

A circuit ouvert, on mesurait ensuite les potentiels suivants :

Après...	3 heures.	24 heures.	5 mois.	8 mois.
ε_h en volt.	— 0,60	— 0,85	— 0,86	— 0,83

L'élément étant ouvert 24 heures plus tard, on avait $\varepsilon_h = -0{,}81$ volt et, après 3 jours, $\varepsilon_h = -1{,}73$ volt.

Ces essais montrent que, même après décharge de la deuxième phase, le potentiel de l'électrode fer remonte à — 0,86 volt, tant que l'élément est protégé contre l'accès de l'air.

Après la première phase le potentiel remonte à — 0,87, à — 0,88 volt, alors qu'il n'atteint que — 0,86 volt après la seconde phase. Il y a une petite différence, mais bien moins importante que celle (0,06 volt), indiquée par Faust qui opérait sur une électrode à très petite capacité sans éviter l'accès de l'air.

Ces observations s'expliquent facilement si l'on se rappelle les qualités électromotrices du fer dans une solution neutre de sulfate ferreux. D'après Th. Richards et G.-E.

Behr, dans une telle solution, le fer finement divisé donne $\varepsilon_h = -0,45$ à $-0,46$ volt en évitant soigneusement l'accès de l'oxygène de l'air. D'autre part, le fer électrolytique qui renferme des alliages fer-hydrogène à potentiel bien plus négatif baisse momentanément à

$$\varepsilon_h = -0,46 \text{ volt}$$

pendant que l'hydrogène se dégage de l'électrode. D'un autre côté, le fer, sous une solution neutre de sulfate ferreux dans une atmosphère d'hydrogène, dégage constamment de l'hydrogène, d'une façon lente. Par conséquent, même avec un fer exempt d'hydrogène au début, c'est un alliage fer-hydrogène qui agit en solution hydratée. Mais le potentiel de celui-ci n'est pas plus élevé que celui du fer dans la même solution. Comme les potentiels du fer et des alliages de fer-hydrogène dans la même solution de sulfate ferreux se rencontrent, il est donc certain que, en solution de potasse, le fer et les alliages fer-hydrogène ne donnent pas de potentiels différents, mais se rétablissent à la même valeur en augmentant et diminuant respectivement.

Une électrode fer en contact avec l'oxygène ou des combinaisons oxydées facilement réductibles ne se charge pas en hydrogène. Le fer, dans des solutions en présence d'air, donne ainsi un potentiel, appelé potentiel d'air, moins négatif que lorsqu'on évite l'accès de l'air. Ce potentiel d'air est la résultante de la vitesse avec laquelle l'électrode se charge en hydrogène et celle avec laquelle l'oxygène pénètre et brûle celui-ci.

Ces considérations expliquent les résultats des précédents essais et de ceux de Faust. Avec le fer B très finement divisé, l'électrode fraîchement formée dans la potasse 2,85 fois normale donne déjà un dégagement si vif d'hydrogène qu'on voit les bulles apparaître. L'oxygène de l'air ne suffit plus pour maintenir au-dessous de son point de saturation l'hydrogène à la surface du fer et l'électrode donne $\varepsilon_h = -0,87$ à $-0,88$ volt, même en présence de l'air.

Les potentiels voisins de $-0,82$ volt, trouvés par Faust, sont sûrement des potentiels d'air et ne correspondent pas à l'état d'équilibre.

Comme le montre l'essai 1, le fer pur, sans hydrogène, est inactif dans la potasse 2,85 fois normale, à la température ordinaire. Peut-être le deviendrait-il au bout d'un très long temps en évitant complètement l'accès de l'air. Par contre il le devient rapidement dans une solution très concentrée ($NaOH$ dix fois normale) à l'ébullition, ainsi que l'ont trouvé Haber et Maitland.

Le même résultat est obtenu en plongeant l'électrode dans l'acide chlorhydrique étendu. Une électrode ainsi formée, en fer A, puis lavée à fond dans la potasse 2, 85 fois normale, se montrait active et se déchargeait, quoique avec une capacité moindre, d'après les deux phases caractéristiques du fer. Une solution neutre de sulfate ferreux forme encore plus favorablement, car le fer se charge d'hydrogène dans cette solution.

Les recherches suivantes montrent que la charge d'hydrogène prise par le fer suffit complètement pour communiquer au fer ses qualités électromotrices normales :

Dans l'essai 16, l'électrode renfermait 4,40 g de matière active composée de 80 pour 100 de fer A et 20 pour 100 de graphite. On formait 1,5 heure à 0,05 ampère.

Dans l'essai 17, l'électrode renfermait 3,47 g de matière active composée de 80 pour 100 de fer B et 20 pour 100 de graphite. On formait 20 heures à 0,20 ampère.

Après formation dans la potasse 2,85 fois normale, chacune de ces deux électrodes était conservée dans cette même solution, sans les électrodes nickel, et l'on contrôlait le potentiel d'équilibre.

A l'aide d'un courant d'hydrogène comprimé, on enlevait la potasse et on lavait complètement à l'eau bouillie. On remplissait ensuite avec une solution normale et tout à fait neutre de sulfate ferreux. On suivait le potentiel jusqu'à valeur constante. Toujours avec l'hydrogène on extrayait cette dernière solution, on lavait complètement, puis les électrodes étaient portées en regard d'électrodes en peroxyde de nickel dans la potasse 2,85 fois normale.

Après 1 heure de repos, on mesurait le potentiel et enfin on déchargeait à 0,07 ampère. Les résultats ont été les suivants :

Potentiel d'équilibre dans KOH 2,85 *fois normale.*

	Essai 16.	Essai 17.
Après 8 heures...	$\varepsilon_h = -0,865$ volt	$-0,885$ volt
» 21 » ...	$\varepsilon_h =$ »	$-0,882$ »
» 25 » ...	$\varepsilon_h = -0,862$ »	$-0,882$ »

Potentiel d'équilibre dans $FeSO^4$ 0,95 *fois normal.*

	Essai 16.	Essai 17.
Après 21 heures...	$\varepsilon_h = -0,475$ volt	$-0,484$ volt
» 27 » ...	$\varepsilon_h = -0,475$ »	$-0,482$ »
» 41 » ...	$\varepsilon_h = -0,469$ »	$-0,477$ »
» 46 » ...	$\varepsilon_h = -0,467$ »	$-0,474$ »

Potentiel dans KOH 2,85 *fois normale.*

	Essai 16.	Essai 17.
Après 1 heure	$\varepsilon_h = -0,84$ volt	$-0,87$ volt

Décharge à 0,07 *ampère.*

ESSAI 16.			ESSAI 17.		
Ampères-minutes.	Tension aux bornes en volt.	Potentiel du fer ε_h en volt.	Ampères-minutes.	Tension aux bornes en volt.	Potentiel du fer ε_h en volt.
0,07	1,33	−0,774	0,21	1,36	−0,813
0,28	1,32	−0,776	1,05	1,36	−0,812
0,70	1,315	−0,777	2,3	1,345	−0,812
1,47	1,30	−0,777	4,1	1,34	−0,811
2,7	1,28	−0,777	7,8	1,32	−0,805
3,6	1,265	−0,776	11,0	1,305	−0,800
5,0	1,26	−0,775	15,1	1,285	−0,791
6,9	1,25	−0,775	17,9	1,27	−0,781
8,7	1,24	−0,771	21,0	1,235	−0,751
10,2	1,23	−0,764	22,2	1,22	−0,742
11,4	1,22	−0,756	24,9	1,20	−0,712
12,3	1,21	−0,750	25,4	1,165	−0,685
13,6	1,19	−0,724	25,6	1,15	−0,671
13,7	1,18		25,8	1,14	
13,7	1,15		26,1	1,13	−0,653
13,9	1,06		26,3	1,12	
14,0	1,06	−0,607	26,5	1,115	−0,641
			26,6	1,11	−0,638

Le voltamètre indiquait un débit de 14,5 ampères-minutes (essai 16) et 29,6 ampères-minutes (essai 17).

Les potentiels — 0,467 et — 0,474 volt trouvés dans le sulfate ferreux s'accordent avec celui (— 0,45 à — 0,47 volt), indiqué par Richards et Behr pour le fer finement divisé dans le sulfate ferreux normal.

On constate que, remis dans la solution de potasse, les deux électrodes ont repris rapidement leur potentiel antérieur. La valeur très légèrement inférieure provient de ce que l'égalisation de concentration n'a pas encore eu le temps de s'achever complètement, les électrodes ayant été lavées à l'eau. C'est d'ailleurs ce qui explique également la petite augmentation du potentiel dans le début de la décharge qui a suivi. Cette décharge montre une allure normale de la première phase, comme on peut le vérifier en regardant la courbe (courbe 16) de la figure 2 et celle (courbe 17) de la figure 3.

On conclut de ces essais que la première phase est également donnée par les électrodes fer qui, après la formation par polarisation cathodique, sont restées longtemps en contact avec une solution de sulfate ferreux et ont montré un potentiel égal à celui pris par le fer non formé dans cette même solution. Par conséquent ces électrodes fer n'avaient pas gardé une charge d'hydrogène plus grande que celle que peut prendre spontanément le fer.

Comme on peut objecter à cette conclusion qu'il est possible que l'action du sulfate ferreux ne se soit produite qu'à la surface, les alliages fer-hydrogène subsistant en profondeur ayant pu entrer en activité pendant la décharge, on fit l'essai 18 qui réfute cette objection. Dans cet essai on supprime la polarisation cathodique et l'on donne à l'électrode son activité en la plongeant dans le sulfate ferreux.

L'électrode renfermant 5,98 g de fer A est portée dans une solution neutre de sulfate ferreux à l'abri de l'air. Après 96 heures, $\varepsilon_h = -0,45$ volt, potentiel qui se maintient constant pendant les 24 heures suivantes. Après lavage à fond à l'abri de l'air, l'électrode est laissée 13 heures dans la potasse 2,85 fois normale, puis introduite rapidement à travers l'air dans un élément renfermant deux électrodes peroxyde de nickel chargées et la même solution de potasse. Dans cet élément on obtient $\varepsilon_h = -0,86$ volt et la décharge faite à 0,07 ampère donne les résultats indiqués par la courbe (courbe 18) de la figure 2, la première phase correspondant à 11,2 ampères-minutes et la deuxième à 7,85 ampères-minutes, d'après le voltamètre.

On voit que la décharge est tout à fait normale, quoique l'électrode n'ait pu prendre que la faible charge d'hydrogène correspondant au trempage dans le sulfate ferreux.

Il n'y a donc pas de doute que la première phase est bien due au fer actif et non à un alliage fer-hydrogène possédant un plus haut potentiel négatif. Apparemment l'hydrogène ne joue un rôle dans la première qu'on tant qu'une petite quantité de ce corps paraît nécessaire pour rendre le fer actif, c'est-à-dire pour lui permettre d'envoyer avec une plus grande vitesse des ions ferreux en solution. Mais il ne s'agit alors que d'une accélération de la réaction et non, comme le croit Faust, d'une augmentation de l'énergie libre du fer.

Les essais 3 et 6 ont montré que la charge qui suit la décharge de la première phase se fait immédiatement avec dégagement d'hydrogène et sous un potentiel élevé, même avec une faible densité de courant. La réduction électrolytique de l'oxyde de fer formé pendant la première phase est donc très paresseuse à température ordinaire. On obtient les mêmes résultats en réduisant cathodiquement à 0,07 ampère une électrode renfermant de l'oxydule de fer anhydre très finement divisé et comprimé avec 20 pour 100 de graphite. La première phase de décharge doit donc donner lieu à la formation d'hydrate d'oxydule de fer.

(*A suivre.*) L. J.

FORCE MOTRICE HYDRAULIQUE.

L'utilisation des forces motrices hydrauliques du Valais (Suisse).

En rendant compte de l'Exposition cantonale valaisienne qui eut lieu en 1909, M. E. Mermier, ingénieur, publie, dans le *Bulletin technique de la Suisse romande* du 10 mai 1910, les deux graphiques ci-après, qui étaient présentés à cette exposition, et accompagne cette publication des remarques ci-dessous :

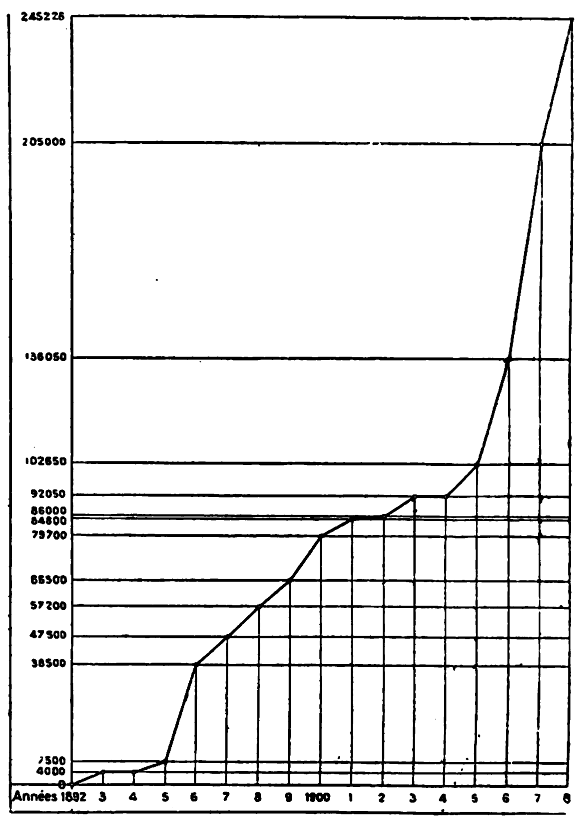
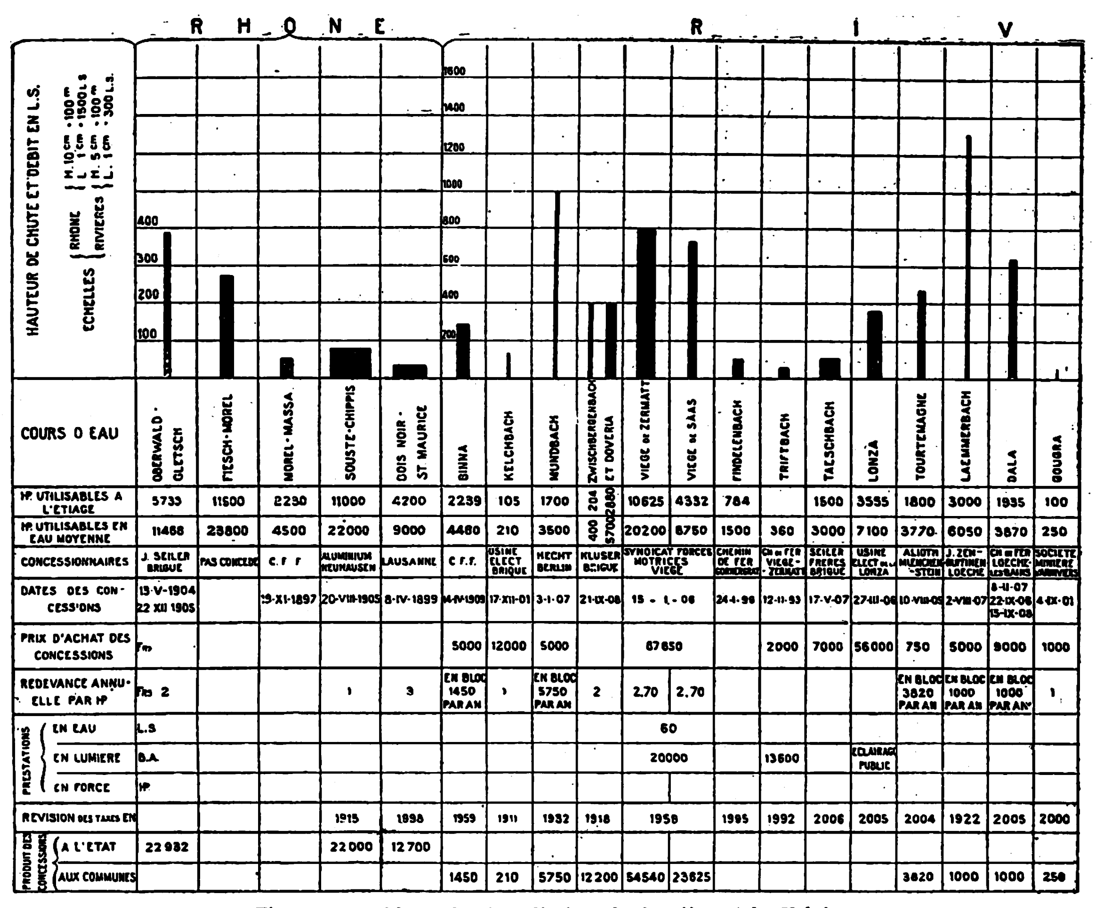


Fig. 1. — Forces motrices du Rhône, des rivières et des torrents concédées de 1893 à fin 1908.

« L'utilisation des forces hydrauliques, dans le Valais, a pris une extraordinaire extension depuis quelques



COURS D'EAU	Oberwald-Gletsch	Fiesch-Morel	Morel-Massa	Souste-Chippis	Bois Noir-St Maurice	Binna	Kelchbach	Mundbach	Zwischbergenbach et Doveria	Viège de Zermatt	Viège de Saas	Findelenbach	Triftbach	Taeschbach	Lonza	Tourtemagne	Laemmerbach	Dala	Gougra
HP utilisables à l'étiage	5733	11500	2230	11000	4200	2239	105	1700	204 / 2880	10625	4332	784		1500	3555	1800	3000	1935	100
HP utilisables en eau moyenne	11468	23800	4500	22000	9000	4480	210	3500	400 / 5700	20200	8750	1500	360	3000	7100	3770	6050	3870	250
Concessionnaires	J. Seiler Brigue	Pas concédé	C. F. F.	Aluminium Neuhausen	Lausanne	C. F. F.	Usine élect. Brigue	Hecht Berlin	Kluser Brigue	Syndicat forces motrices Viège		Chemin de fer Gornergrat	Ch. de fer Viège-Zermatt	Seiler frères Brigue	Usine élect. de la Lonza	Aliothi Münchenstein	J. Zen-Ruffinen Loèche	Ch. de fer Loèche-les-Bains	Société minière Anniviers
Dates des concessions	13-V-1904 22-XII-1905		29-XI-1897	20-VIII-1905	8-IV-1899	14-IV-1909	17-XII-01	3-I-07	21-IX-08	15-I-06		24-4-96	12-II-93	17-V-07	27-III-06	10-VIII-09	2-VIII-07	8-II-07 22-IX-06 15-IX-08	4-IX-01
Prix d'achat des concessions	Frs					5000	12000	5000		67650			2000	7000	56000	750	5000	9000	1000
Redevance annuelle par HP	Frs 2			1	3	En bloc 1450 par an	1	En bloc 5750 par an	2	2.70	2.70					En bloc 3820 par an	En bloc 1000 par an	En bloc 1000 par an	1
Prestations : en eau	L.S									60									
Prestations : en lumière	B.A.									20000			13600		Éclairage public				
Prestations : en force	HP																		
Révision des taxes en				1915	1898	1959	1911	1932	1918	1958		1995	1992	2006	2005	2004	1922	2005	2000
Produit des concessions : à l'État	22 932			22 000	12 700														
Produit des concessions : aux communes						1450	210	5750	12 200	54540	23625					3820	1000	1000	250

Fig. 2. — Tableau des installations hydrauliques du Valais.

années. La première concession qui ait été accordée date du 3 janvier 1893, et depuis cette époque le nombre des demandes s'est multiplié dans une proportion que fait bien ressortir le tableau graphique de la figure 1. Les données qui nous ont servi à le dresser nous ont été très obligeamment communiquées par M. Ribordy, ingénieur, chargé du Service du Rhône, à Sion.

» Un grand tableau, qui était très remarqué à l'Exposition (*fig.* 2), donne l'énumération de ces concessions, le nombre de chevaux utilisables de chacune d'elles, ainsi que leur prix d'achat et les redevances annuelles payées.

» Une loi, promulguée le 27 mai 1898, a réglé les conditions auxquelles ces concessions peuvent être accordées. Elle stipule, en particulier, que les eaux du Rhône ne peuvent être concédées que par le Conseil d'État, tandis que celles des rivières, des torrents et des canaux, sont accordées par les communes, qui en demeurent les propriétaires exclusives.

» Les forces concédées ne sont évidemment pas encore toutes mises en valeur, et plusieurs usines hydro-électriques sont actuellement en construction.

» Celles dont l'installation est terminée sont employées sous forme d'énergie électrique à l'exploitation de chemins de fer et de tramways, tels que les chemins de fer fédéraux, tronçon Brigue-Iselle (grand tunnel du Simplon), le Martigny-Châtelard, le Monthey-Champéry, l'Aigle-Ollon-Monthey, le Gornergrat, les tramways lausannois, ceux de Martigny et du Riffelalp.

» On pourra prochainement ajouter à cette liste le Martigny-Orsières, le funiculaire Sierre-Vermala, le chemin de fer des Alpes bernoises et celui de Louèche-les-Bains.

» Cette énergie est encore utilisée au percement du grand tunnel du Lœtschberg, à l'éclairage public et privé d'un grand nombre de localités, à la commande de machines dans des fabriques diverses, et enfin à la fabrication de produits chimiques, dont les principaux sont : l'aluminium, le carbure de calcium, le sodium, la chaux azotée. »

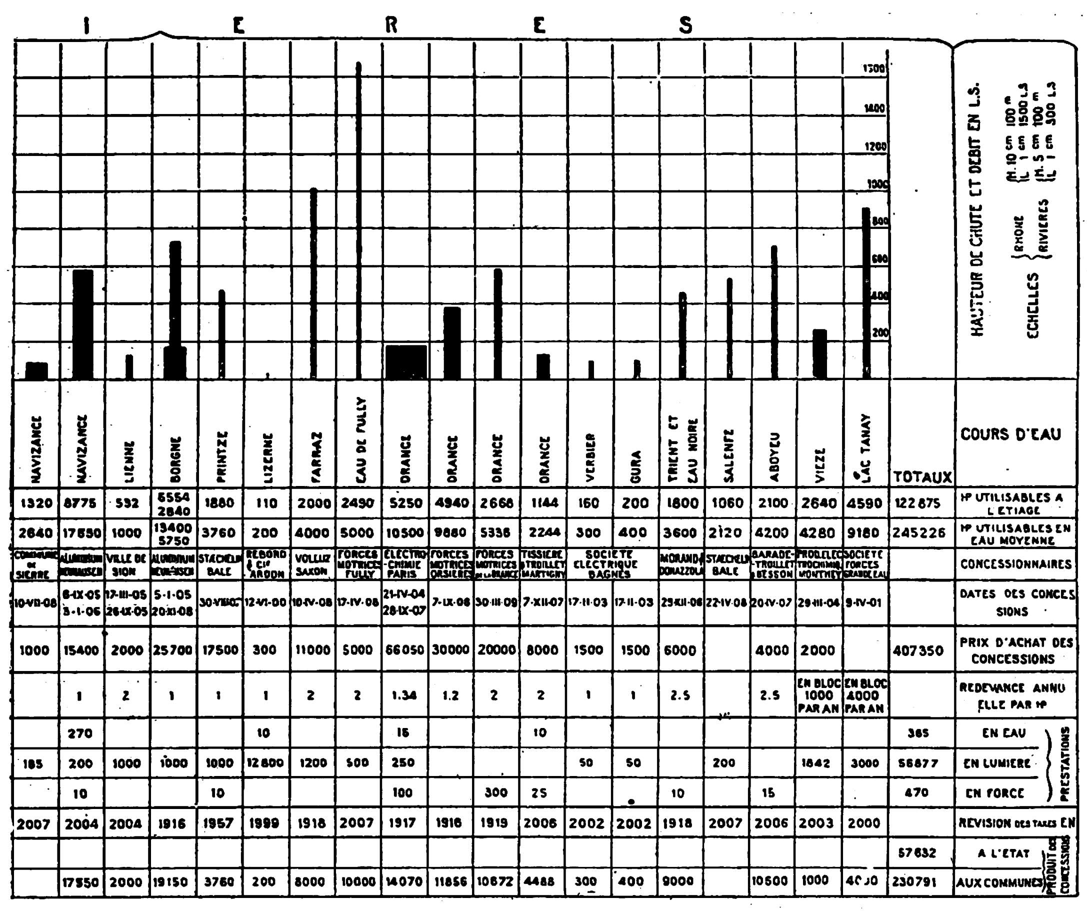
GÉNÉRATEURS DE VAPEUR.

Influence du tartre sur la perte de calorique dans les chaudières [1].

Les inconvénients produits par le dépôt de tartre et les incrustations dans les chaudières à vapeur sont bien connus, ainsi que les dangers qui peuvent en résulter.

(1) HEMPEL, *Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen*, 16 mai 1910.





NAVIZANCE	NAVIZANCE	LIENNE	BORGNE	PRINTZE	LIZERNE	FARRAZ	EAU DE FULLY	DRANCE	DRANCE	DRANCE	DRANCE	VERBIER	GURA	TRIENT ET EAU NOIRE	SALENFE	ABOYEU	VIEZE	LAC TANAY	TOTAUX	COURS D'EAU
1320	8775	532	6554 2840	1880	110	2000	2490	5250	4940	2668	1144	160	200	1800	1060	2100	2640	4590	122875	HP UTILISABLES A L'ETIAGE
2640	17550	1000	13400 5750	3760	200	4000	5000	10500	9880	5336	2244	300	400	3600	2120	4200	4280	9180	245226	HP UTILISABLES EN EAU MOYENNE
COMMUNE DE SIERRE	ALUMINIUM NEUHAUSEN	VILLE DE SION	ALUMINIUM NEUHAUSEN	STAECHELIN BALE	REBORD & Cie ARDON	VOLLUZ SAXON	FORCES MOTRICES FULLY	ÉLECTRO-CHIMIE PARIS	FORCES MOTRICES ORSIÈRES	FORCES MOTRICES DE LA DRANCE	TISSIÈRE & TROILLET MARTIGNY	SOCIETE ELECTRIQUE BAGNES		MORAND & DONAZZOLA	STAECHELIN BALE	BARADE-TROILLET & BESSON	PROD. ELECTROCHIMIQ. MONTHEY	SOCIETE FORCES GRANDE EAU		CONCESSIONNAIRES
10-VII-08	6-IX-05 3-1-06	17-III-05 26-IX-05	5-1-05 20-XI-08	30-VIII-07	12-VI-00	10-IV-08	17-IV-08	21-IV-04 28-IX-07	7-IX-08	30-III-09	7-XII-07	17-II-03	17-II-03	29-XII-06	22-IV-08	20-IV-07	29-III-04	9-IV-01		DATES DES CONCESSIONS
1000	15400	2000	25700	17500	300	11000	5000	66050	30000	20000	8000	1500	1500	6000		4000	2000		407350	PRIX D'ACHAT DES CONCESSIONS
	1	2	1	1	1	2	2	1.34	1.2	2	2	1	1	2.5		2.5	EN BLOC 1000 PAR AN	EN BLOC 4000 PAR AN		REDEVANCE ANNUELLE PAR HP
	270				10			15			10								365	PRESTATIONS EN EAU
185	200	1000	1000	1000	12800	1200	500	250				50	50		200		1642	3000	56877	PRESTATIONS EN LUMIERE
	10			10				100		300	25			10		15			470	PRESTATIONS EN FORCE
2007	2004	2004	1916	1957	1999	1918	2007	1917	1916	1919	2006	2002	2002	1918	2007	2006	2003	2000		REVISION DES TAXES EN
																			57632	PRODUIT DES CONCESSIONS A L'ETAT
	17550	2000	19150	3760	200	8000	10000	14070	11856	10672	4488	300	400	9000		10600	1000	4000	230791	PRODUIT DES CONCESSIONS AUX COMMUNES

Fig. 2. — Tableau des installations hydrauliques du Valais (*suite*).

Une question assez controversée est de savoir quelle est la perte de chaleur résultant des incrustations formées de sels mauvais conducteurs de la chaleur. D'après les fabricants de désincrustants, la perte en calorique pourrait s'élever jusqu'à 10 et 15 pour 100, mais déjà, en 1906, M. Eberle avait fait remarquer que cette influence avait été fort exagérée, que des essais de rendements ne permettaient pas de déterminer la perte de chaleur et que l'état externe des tôles joue un rôle bien plus important que les dépôts internes.

Dans son article, M. Hempel rend compte des mesures précises qu'il a faites sur l'influence des dépôts, et surtout du sulfate de calcium, sur la vaporisation.

Les essais furent faits avec une eau riche en sulfate de calcium. Pour obtenir un dépôt adhérent et uniforme, la chaudière fut chauffée jour et nuit, car si on laisse refroidir, le tartre se détache par endroits et il y a discontinuité de la couche.

On déposa ainsi une couche de tartre de 5,5 mm d'épaisseur, composée surtout de gypse. Tandis que la chaudière propre utilisait 74,9 pour 100 de la chaleur fournie, la chaudière incrustée n'en absorbait que 72,5 pour 100; la perte est donc environ 2,5 pour 100.

Dans tous les cas, en ne dépassant pas une épaisseur de 5 mm pour le tartre, ce qui doit être le cas industriellement, la perte de calorique est inférieure à 5 pour pour 100; avec des tartres mous, elle oscille entre 2 et 3 pour 100 et, pour une chaudière nettoyée régulièrement, elle reste entre 1 et 2 pour 100. On est donc loin des chiffres invoqués par les marchands de désincrustants.

Comme on se sert souvent, pour alimenter les chaudières, d'une eau de condensation encore chargée d'huile (régulièrement on devrait enlever cette huile de la vapeur d'échappement à l'aide de séparateurs appropriés) qui provoque un dépôt résineux sur les parois de la chaudière, il était intéressant de déterminer l'influence de ce dépôt.

Avec une couche de 0,3 mm d'épaisseur, le coefficient d'utilisation baissa de 74,9 pour 100 à 71,0 pour 100 et même 67,8 pour 100 avec une couche une fois plus épaisse.

L'auteur arrive donc aux conclusions que l'eau d'alimentation doit être épurée chimiquement, pour empêcher les tartres, et mécaniquement, pour éviter les dépôts graisseux.

Quoique la déperdition de chaleur soit très inférieure à ce qu'on admet généralement, le prix des appareils épurateurs est encore cependant rapidement amorti par le bénéfice résultant de l'économie de combustible réalisée.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Le réseau à haute tension de la Pacific Gas and Electric Company (¹).

L'auteur décrit ici le mode d'exploitation du réseau de la Pacific Gas and Electric Co, en Californie. Cette compagnie, qui en a absorbé un grand nombre d'autres de moindre importance, exploite onze usines génératrices hydro-électriques, dont voici la liste :

Usine génératrice.	Puissance en kilowatts.	Tension des alternateurs.
De Sabla	13 000	2300
Centerville	6 400	2300
Colgate	13 700	2300
Yuba	600	2300
Alta	2 000	500
Auburn	350	500
Newcastle	900	500
Folsom	3 250	800
Electra	20 000	2300
Deer Creek	5 000	2300
Nevada	1 200	5500

La puissance totale est de 64270 kilowatts. Dix de ces usines marchent en parallèle, à la fréquence de 60 p : s, sur un réseau à 60000 volts, alimenté aussi par quatre autres compagnies indépendantes. La puissance fournie par ces quatre compagnies ensemble monte parfois à 41500 kilowatts.

La Compagnie dispose en outre de trois usines de réserve : une à Oakland (turbines à vapeur), une à San Jose (vapeur), une à Martin (moteurs à gaz). La puissance de ces trois usines ensemble est de 21500 kilowatts.

La longueur totale des lignes de tous les réseaux reliés ensemble, à l'exclusion des lignes à 11000 volts et au-dessous, est de 3100 km. Il y a :

241	kilomètres de lignes	à	100000	volts
2247	»	»	60000	»
612	»	»	20000	»

Quant aux lignes à 11000 volts et au-dessous, elles sont considérées comme faisant partie du réseau de distribution et non du réseau de transmission.

La mise en parallèle des usines, sans considération de la longueur de ligne qui les sépare ni de la charge qu'elles supportent, n'a pas fait rencontrer de difficultés; elle est même beaucoup plus facile que le couplage entre elles des unités génératrices fonctionnant dans une même usine. Cette mise en parallèle se fait presque toujours sur le réseau à 60000 volts, soit aux usines génératrices, soit aux sous-stations. On emploie, pour la synchronisation, des transformateurs de capacité relativement faible montés entre ligne et sol.

Le réglage de la vitesse et le partage de la charge entre les différentes stations se font de la façon suivante : chaque station, sauf une, prend la part de charge qui lui est assignée et s'abstient de tout réglage, à moins que la fréquence ne varie hors de certaines limites fixées à l'avance, le réglage de la vitesse étant laissé à une seule station. Cette dernière est munie de régulateurs très sensibles, tandis que ceux des autres n'entrent en action que pour de grandes variations de la vitesse.

Un chef d'exploitation, qui se tient en communication téléphonique avec toutes les parties du réseau, règle tous les détails du service. Aucune manœuvre, soit en service normal, soit en cas de panne, ne doit être faite sans son approbation préalable.

Des lignes téléphoniques accompagnent toutes les lignes de transmission d'énergie, mais elles ne servent que pour les communications à courte distance. Pour les longues distances elles fonctionnent mal et deviennent incapables de tout service lorsqu'il y a des perturbations sur la ligne de transport de force, c'est-à-dire au moment où l'on en a le plus pressant besoin. Pour la communication entre les stations importantes, on emprunte des lignes cédées à bail par la Compagnie des Téléphones, et qui suivent une route toute différente de celle des lignes de transmission d'énergie.

Méthode d'exploitation. — La marche en parallèle des différentes usines a deux avantages distincts :

1° La régulation de la tension se fait beaucoup plus facilement;

2° On peut faire fonctionner chaque usine à sa puissance totale.

Il existe d'autre part un inconvénient : c'est que les perturbations qui affectent une partie du réseau s'étendent, jusqu'à un certain point, à tout le réseau.

Le courant déwatté, qui a une intensité notable en raison du grand nombre des moteurs asynchrones branchés sur le réseau, peut être réparti entre toutes les usines ou fourni par une seule.

Une usine à vapeur de réserve est essentielle pour garantir la continuité du service aux régions les plus importantes du réseau. La turbine à vapeur convient ici admirablement; comme elle fonctionne également bien à toutes charges, les groupes turbo-alternateurs pourront rester couplés en parallèle avec la ligne et, en service normal, fourniront une bonne partie du courant déwatté. En cas de troubles sur la ligne, l'usine à vapeur pourra prendre la charge dans un délai très court.

Sur les longues lignes formant les réseaux tels que celui-ci, les perturbations n'affectent pas toujours sérieusement le réseau entier, mais se manifestent seulement par des baisses de tensions momentanées. Les groupes générateurs sont reliés directement à la ligne, sans appareil de rupture d'aucune sorte, et l'on ne cesse jamais

(¹) D'après Paul-M. Downing. Communication présentée à l'American Institute of the Electrical Engineers, le 5 mai 1910 (*Proceeding of the A. I. E. E.*, t. XXIX, avril 1910, p. 531-545).

de fournir de l'énergie aux lignes à moins qu'il ne soit impossible de la maintenir. A la première indication d'un trouble sur la ligne, on sectionne le réseau, dont les différentes parties se trouvent alors alimentées par des sources différentes. Si le défaut est assez éloigné de l'usine, son effet ne sera pas très grave en raison de la perte ohmique et inductive sur les lignes, et en général les agents auront le temps de sectionner sans qu'il se produise autre chose qu'une chute de tension momentanée. Mais si le défaut est près d'une usine, cette usine se trouvera décrochée du réseau, et même les machines de cette usine pourront se décrocher les unes des autres.

Montage. — La plupart des feeders du réseau sont alimentés par des transformateurs montés en triangle à la basse tension et en étoile à la haute tension, avec le point neutre au sol. Ce mode de montage a été trouvé très satisfaisant à l'épreuve : en cas de chute d'un fil, le court-circuit qui se produit signale immédiatement le défaut.

Les compagnies de télégraphes et de téléphones ont parfois protesté contre la mise au sol du point neutre dans les réseaux, en raison des effets d'induction du courant qui passe dans le sol, quand la charge est déséquilibrée. Mais l'expérience a montré que la cause réelle des dérangements du service téléphonique n'est pas celle-là; elle est dans le déséquilibre électrostatique, ou dans les ondes à haute fréquence dues à des terres accidentelles donnant lieu à des arcs ou dans d'autres phénomènes auxquels les réseaux sans mise à la terre sont plus exposés que les autres. On l'a vérifié par des expériences où des charges montant jusqu'à 3000 kilowatts ont été transférées de trois à deux transformateurs d'un même groupe, ou *vice versa*, sans effet sensible sur les lignes téléphoniques montées sur les mêmes poteaux que la ligne d'énergie.

Lorsqu'un des transformateurs d'un groupe de trois, dans une usine génératrice, se trouve hors de service, la pratique suivie ici est de charger les deux autres jusqu'à leur capacité normale, ou au besoin de les surcharger, de façon à leur faire fournir la puissance normale de trois. Il n'y a pas lieu de s'imposer une limite pour le déséquilibre qu'on fait ainsi éprouver à la ligne, et la suppression d'un élément sur trois se fait aussi bien pour les transformateurs de 1500 kilowatts que pour les plus faibles. On fait de même pour les transformateurs abaisseurs de tension. Si la charge à fournir est faible et ne justifie pas les frais d'installation d'une distribution triphasée, on installe un seul transformateur, branché entre un fil de ligne et le sol.

Il arrive parfois que, là où l'on emploie un transformateur unique, une violente tension électrostatique se produit du côté à basse tension; elle est parfois assez forte pour perforer l'isolant des transformateurs de plus bas voltage alimentés par le transformateur principal. Mais ces cas sont très rares.

Sur le côté basse tension des transformateurs abaisseurs, le montage se fait soit en triangle, soit en étoile, selon la tension à fournir. Si le montage est en étoile, le point neutre est mis au sol comme celui de la haute tension, et par l'intermédiaire du même conducteur.

Pour des raisons économiques, la plupart des réseaux à basse tension de la Compagnie sont alimentés par des transformateurs dont le côté basse tension est monté en étoile. Il ne s'est encore produit aucun trouble qu'on puisse attribuer à ce mode de montage.

Transformateurs. — La puissance des transformateurs employés varie de 100 à 1500 kilowatts. La plupart, sauf ceux de faible puissance, sont du type cuirassé, isolés à l'huile et refroidis par circulation d'eau.

Depuis quelques années les fabricants de transformateurs ont tendance à employer le carton isolant ou la fibre de corne pour l'isolement des bobines entres elles, au lieu de la micanite qu'ils employaient autrefois. Le prix de revient est ainsi abaissé, mais la sécurité est diminuée. La micanite avait deux avantages : d'abord elle n'absorbait pas l'humidité aussi facilement que le carton isolant et la fibre de corne; ensuite, n'étant pas combustible, elle localisait les avaries, de sorte qu'une brûlure dans une bobine, à moins d'être très grave, n'endommageait pas les bobines voisines. Aujourd'hui, l'emploi du carton isolant et de la fibre de corne oblige à dessécher complètement les transformateurs à la réception et lorsqu'ils sont restés vides d'huile pendant plus de 10 ou 15 jours, et à vérifier soigneusement la rigidité diélectrique de l'huile. Ces précautions pouvaient être négligées avec la micanite.

Pour le refroidissement, on emploie la méthode usuelle d'une circulation d'eau dans des serpentins de cuivre immergés dans l'huile. Si l'eau est très minéralisée, ces serpentins se remplissent à la longue d'un dépôt semblable aux incrustations des chaudières; on les retire alors du transformateur et on les martèle à l'extérieur pour désagréger le dépôt, qu'on chasse ensuite par une injection de vapeur ou d'air comprimé. Si l'on ne réussit pas de cette façon, on emploie l'acide chlorhydrique étendu. On fait aussi sur les serpentins des essais périodiques de pression, en y comprimant de l'air à 1 ou 2 kg : cm^2, au moyen d'une pompe à pneus d'automobile.

Interrupteurs. — La Pacific Gas and Electric Co a construit et mis en service dès 1900 un modèle d'interrupteur à haute tension qui a donné satisfaction et qui est encore en usage. Toutefois, quand on l'emploie pour couper de fortes charges, par exemple en cas de court-circuit, il peut projeter l'huile en dehors du bac. Pour éviter cet inconvénient, la Compagnie a fait étudier un autre modèle de construction analogue, mais ayant une bien plus grande hauteur d'huile au-dessus des contacts. Cet interrupteur se recommande par les caractères suivants :

1° Absence de toute matière isolante qui pourrait se saturer d'huile et être enflammée soit par des fuites de courant, soit par un arc;

2° Isolement de l'interrupteur par rapport au sol, ce qui le protège contre les surtensions quand il est ouvert;

3° Une hauteur d'huile constante au-dessus des contacts pour toute position des lames (le mouvement de celles-ci se fait en effet dans un plan horizontal);

4° Encombrement relativement faible.

On n'a jamais essayé de rendre automatique aucun de ces interrupteurs à haute tension, ni de les manœuvrer par une commande électrique ou pneumatique; on préfère s'en tenir au levier à main, qui est plus sûr.



Parafoudres. — On n'en emploie que dans les régions montagneuses, les régions basses étant peu exposées aux décharges atmosphériques. On a essayé autrefois tous les modèles de parafoudres à intervalles multiples, mais on a reconnu qu'ils sont plutôt un danger qu'une protection, à cause des arcs qui s'y forment en cas d'une forte perturbation sur la ligne. On les a donc abandonnés depuis longtemps et l'on n'emploie plus que des parafoudres à cornes, réglés de façon à laisser passer la décharge pour des tensions supérieures d'environ 25 pour 100 à la normale. Ces parafoudres sont à deux intervalles en série et reliés directement à la terre sans résistance. On les emploie plutôt comme limiteurs de tension que comme protection contre les hautes tensions. On ne les installe pas dans tous les postes, mais seulement dans les usines génératrices et dans les postes importants où se font de grosses manœuvres de couplage. On vient aussi d'installer le parafoudre électrolytique sur quelques lignes, mais on ne peut encore se prononcer sur son efficacité.

Isolateurs. — La question de l'isolement des lignes à haute tension est un très sérieux problème, car ce sont les isolateurs qui déterminent la tension limite à laquelle peut fonctionner un réseau de transmission.

Sur la côte du Pacifique, il y a deux saisons, une humide et une sèche, et l'on remarque qu'il y a autant ou même plus d'avaries aux isolateurs pendant la saison sèche, ou lorsque les premières pluies s'établissent, que pendant les grosses pluies d'hiver. Ces accidents sont dus aux fuites par la surface de l'isolateur, en raison de la saleté et du sel déposé par des brouillards marins. Les premières fortes pluies entraînent ce dépôt et le nombre des accidents d'isolateurs diminue alors sensiblement. Il y a très peu d'isolateurs percés; le plus grand ennui vient des fuites superficielles.

Dans les isolateurs verticaux, à trois ou quatre cloches, une bonne partie de la cloche intérieure est abritée et ne peut pas être lavée par la pluie. Il devient donc nécessaire de mettre la ligne hors circuit et de les essuyer à la main. Ce nettoyage est particulièrement nécessaire dans la région des brouillards, le long de la côte, où l'on doit le faire environ deux fois par an. L'isolateur « à suspension » a sous ce rapport un avantage marqué, étant exposé à la pluie sur une bien plus grande partie de sa surface.

P. L.

DIVERS.

Protection des circuits inductifs par l'emploi de soupapes électrolytiques (1).

L'interruption du courant dans un circuit inductif donne naissance à une force électromotrice de self-induction, en même temps qu'un arc se produit dans l'interrupteur. Pour éviter la dégradation trop rapide de cet appareil, on est conduit à couper brusquement le courant; mais alors la tension supportée par le circuit, s'il est très inductif, peut être considérable au moment de l'interruption, et dépasser beaucoup la tension normale; si bien que, quand il s'il s'agit d'un circuit comprenant par exemple l'inducteur d'une dynamo, la protection de l'interrupteur constitue un danger pour la machine.

On a cherché à réduire à la fois ces deux effets nuisibles qui accompagnent la rupture d'un courant en intercalant progressivement des résistances sur le circuit; mais il faut alors un rhéostat capable de dissiper une puissance du même ordre de grandeur que celle fournie au circuit, rhéostat dont le coût est élevé.

On sait que l'étincelle de rupture peut être supprimée par la mise en parallèle, sur l'interrupteur, d'un condensateur d'une capacité suffisante : par ce moyen, qui revient à produire une brusque rupture, on n'assure que la protection de l'interrupteur; le circuit est, par contre, soumis à une forte tension : c'est le dispositif employé dans les bobines Ruhmkorff, précisément en vue de réaliser cet effet.

La protection du circuit pourrait être assurée en même temps que celle de l'interrupteur si, produisant une rupture brusque (avec ou sans condensateur), on évitait l'élévation anormale de la tension aux bornes de l'inducteur, à l'aide d'un appareil spécial limitant automatiquement cette tension. Cet organe de protection ne devrait pas avoir d'inertie de fonctionnement sensible et l'on conçoit que sa réalisation purement mécanique, à l'aide d'un électro par exemple, soit difficile. Les parafoudres ordinaires, à étincelles, ne sont pas appropriés aux basses tensions (quelques centaines de volts) généralement employées pour l'excitation des machines électriques. Ceux du type électrolytique conviendraient mieux, mais, pour que toute surtension notable soit rendue impossible, il faudrait que le nombre de leurs éléments soit tel que chacun d'eux soit normalement soumis à une tension voisine de la tension de rupture; or, dans ces conditions, le fonctionnement de ces appareils est défectueux.

M. Tian a résolu le problème en mettant à profit ce fait bien connu que, au moment de la rupture, le courant traversant un circuit non inductif, placé en parallèle sur un autre qui l'est beaucoup, change de sens. On conçoit alors qu'il soit possible de protéger un circuit inductif en laissant constamment dérivé sur lui un autre circuit sans self-induction, à condition d'y intercaler un organe ne permettant au courant de ne passer que dans un seul sens, celui de l'extra-courant, et présentant une inertie très faible : il s'est servi dans ce but de soupapes électrolytiques. Les conditions de fonctionnement de ce dispositif, qui ne comporte aucune autre complication que l'insertion d'une soupape connectée en dérivation aux bornes du circuit inductif, sont très simples, et les essais qui en ont été faits ont donné de bons résultats.

(1) Le *Génie civil*, 10 septembre 1910.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

LAMINOIRS.

Excitatrice amortisseur d'à-coups Westinghouse-Brun pour moteurs de laminoirs non réversibles à courant continu.

Dans l'étude consacrée ici même à l'état actuel de la commande électrique des laminoirs [1], nous ne pouvions nous étendre longuement sur les divers dispositifs conçus ou appliqués pour faire intervenir le volant au moment de la charge et uniformiser ainsi la puissance absorbée par le moteur. Quelques solutions-type avaient seules fixé notre attention. Nous dirons aujourd'hui quelques mots du dispositif relativement récent appliqué par la Société anonyme Westinghouse pour ses moteurs de laminoirs non réversibles à courant continu, dispositif basé, comme celui déjà décrit de la Compagnie internationale d'Électricité de Liége, sur l'emploi d'une excitation compound spéciale.

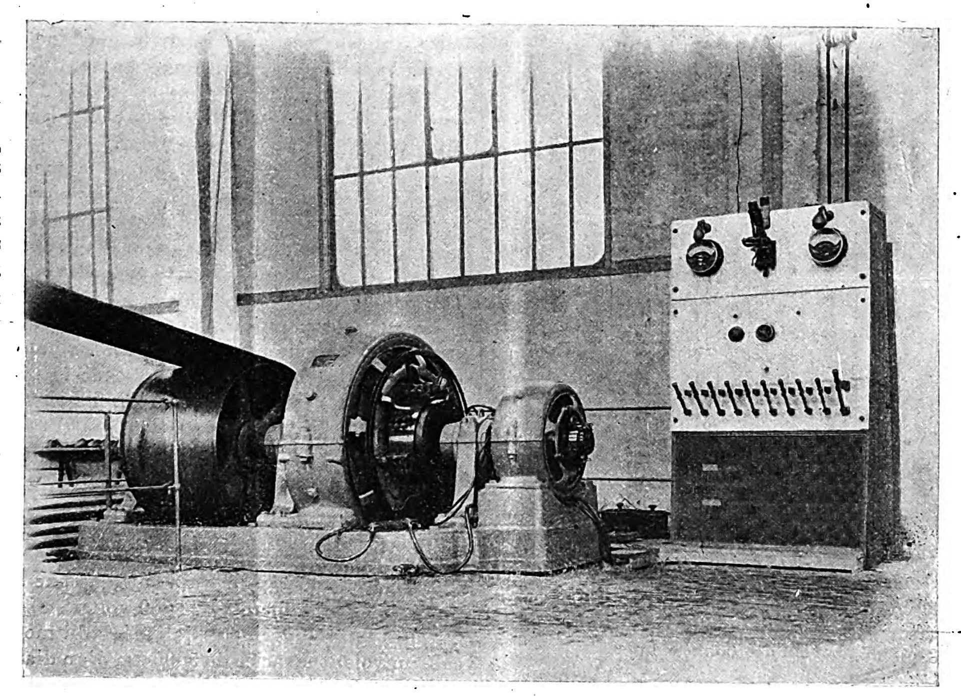


Fig. 1. — Moteur de laminoir 270 chevaux avec excitatrice en bout d'arbre.

L'amortisseur d'à-coups breveté Westinghouse–Brun est constitué essentiellement par une excitatrice auxiliaire montée en bout d'arbre du moteur de laminoir (*fig.* 1), ou commandée de préférence par un petit moteur indépendant dans le cas des grands laminoirs à très faible vitesse.

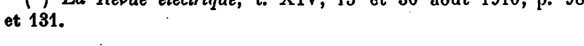
Cette excitatrice, dont la puissance n'excède pas 1 pour 100 de celle du moteur principal, alimente un enroulement inducteur spécial de ce dernier moteur, qui est en outre muni d'un enroulement shunt ordinaire (*fig.* 2). Elle est d'ailleurs elle-même excitée par une fraction du courant de charge de ce moteur.

Enfin, détail caractéristique, cette excitatrice possède deux systèmes inducteurs égaux, mais agissant en sens inverse sur un même induit, de manière à se neutraliser l'un l'autre. Toutefois les masses polaires étant de constitution ou de forme différentes, la saturation de l'un des systèmes inducteurs est obtenue par un courant moindre que celle du deuxième.

Le fonctionnement est le suivant :

A vide ou à faible charge le moteur de laminoir fonctionne comme un moteur shunt, c'est-à-dire sans variation sensible de vitesse.

A mesure que la charge du moteur augmente, le champ de l'excitatrice s'accroît; mais, grâce à l'opposition des deux systèmes inducteurs, cette dernière ne fournit aucun courant jusqu'à ce que la charge soit suffisante pour saturer le premier système. L'effet prépondérant du deuxième engendre alors un courant qui renforce le champ du moteur de laminoir et par suite permet un



[1] *La Revue électrique*, t. XIV, 15 et 30 août 1910, p. 98 et 131.

ralentissement ou glissement considérable de ce moteur, favorisant ainsi l'action du volant.

Le moteur de laminoir se comporte donc comme un moteur shunt pour les faibles charges et comme un moteur compound pour les fortes charges.

Ajoutons que l'excitatrice est munie d'un enroulement shunt avec rhéostat de réglage permettant de faire varier le point de la charge à partir de laquelle le compoundage agit et provoque le glissement. L'excitatrice possède en outre un enroulement auto-série destiné à renforcer l'effet dû à la différence de saturation, dès que celle-ci se produit.

La figure 2 donne le schéma général des connexions [1].

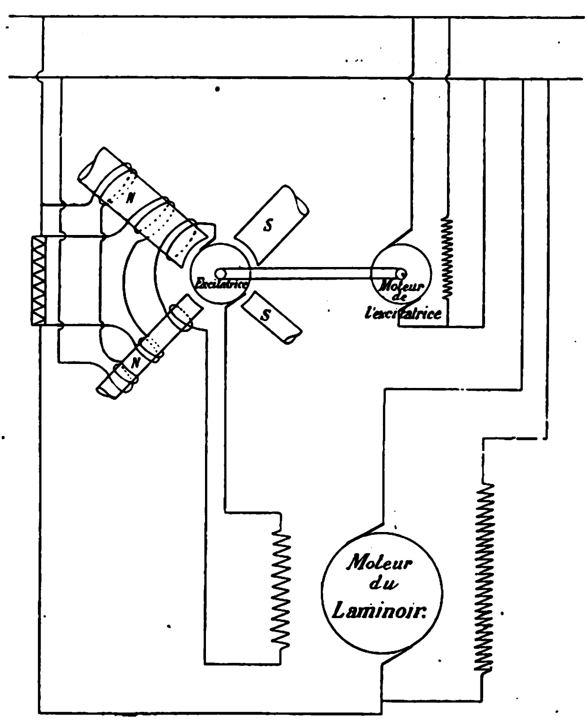


Fig. 2. — Schéma des connexions.

Un rhéostat monté en série sur le circuit principal de l'excitatrice permet de faire varier l'inclinaison de la courbe de glissement du moteur.

Enfin il est possible, par un troisième rhéostat monté en série sur le circuit d'excitation shunt du moteur principal, de faire varier la vitesse initiale de ce dernier.

Applications et résultats d'essais. — Parmi les applications du dispositif dont nous venons d'exposer le principe, nous décrirons sommairement deux installations effectuées par la Société Westinghouse, l'une aux Tréfileries du Havre, l'autre aux Établissements Baraguey à la Neuve-Lyre, et signalerons quelques résultats d'essais.

1° *Train à fil d'acier des Tréfileries et Laminoirs du Havre.* — Un moteur de 550 à 850 chevaux, muni d'un amortisseur d'à-coups Westinghouse-Brun [1], actionne directement à la vitesse de 475-410 tours par minute une file de 4 cages duo servant de finisseur à un train à fil d'acier dont le dégrossisseur et le premier finisseur sont commandés par une machine à vapeur.

Le travail normal de ce laminoir consiste à réduire des blooms d'acier de 70 kg et d'une résistance de 75 kg par millimètre carré de section en fil d'acier de 5 mm de diamètre. Le rôle du finisseur actionné électriquement est de faire passer le métal, en 4 passes, de la section 6,5 × 6,5 mm à la section définitive et de fournir ainsi, par journée de 10 heures, une production de 70 tonnes, avec trois fils en passe simultanément.

Le problème qui se présentait pour le moteur de 550 chevaux était le suivant :

Il fallait que le second finisseur, commandé par ce moteur, soit en rapport de vitesse constant avec le premier finisseur commandé par la machine à vapeur, car le fil travaillait en serpentage, passant des cylindres du premier finisseur dans ceux du second, en fournissant une boucle qui pouvait toutefois s'allonger ou se rétrécir au besoin d'une certaine longueur.

La difficulté résidait en ce que la machine à vapeur commandant le dégrossisseur et le premier finisseur avait des fluctuations de vitesse assez considérables, ce qui a conduit à régler l'amortisseur d'à-coups pour donner un glissement relativement peu élevé entre 400 et 1200 ampères.

Le but de l'adoption de l'amortisseur d'à-coups sur ce train à fil était de pouvoir amortir les pointes de charge qui se présentent lorsqu'on passe de la marche à un fil au travail à deux fils ou à trois fils simultanément en passe.

Voici quelques chiffres relevés durant les essais :

Travail sur 1 fil............	600 à 700	ampères
Travail sur 2 fils simultanés.	800 à 900	—
— 3 — .	1000 à 1100	—

La marche à vide du train entraîne une consommation d'environ 350 ampères sous 460 volts.

Dans le prolongement de l'arbre du moteur se trouve calé un volant en acier de 5000 kg, d'un diamètre de 2 m.

A l'extrémité opposée de l'arbre est montée directement l'excitatrice. Elle porte quatre pôles dont deux en fonte et deux en acier, disposés dans l'ordre nord-sud-sud-nord.

Sur les deux pôles en fonte sont montés deux enroulements : un enroulement shunt à excitation séparée (deux pôles en série) et un enroulement série parcouru par le courant principal du moteur.

Les deux pôles d'acier portent de leur côté trois enroulements : un enroulement shunt à excitation séparée (deux pôles en parallèles), un enroulement série parcouru par une partie du courant principal du moteur, et enfin un enroulement auto-série parcouru par le courant de l'excitatrice à partir de l'amorçage.

[1] Les renseignements qui précèdent sont extraits de la feuille descriptive A. 2400 de la Société anonyme Westinghouse.

[1] *Voir* la photographie du moteur et de l'excitatrice dans notre étude sur *L'état actuel de la commande électrique des laminoirs* (*La Revue électrique*, t. XIV, 30 août 1910, p. 135).



La figure 3 montre le bâti inducteur seul ; la figure 4 est une vue du même bâti muni de ses enroulements, quant à la partie induite de l'excitatrice, elle est de construction normale.

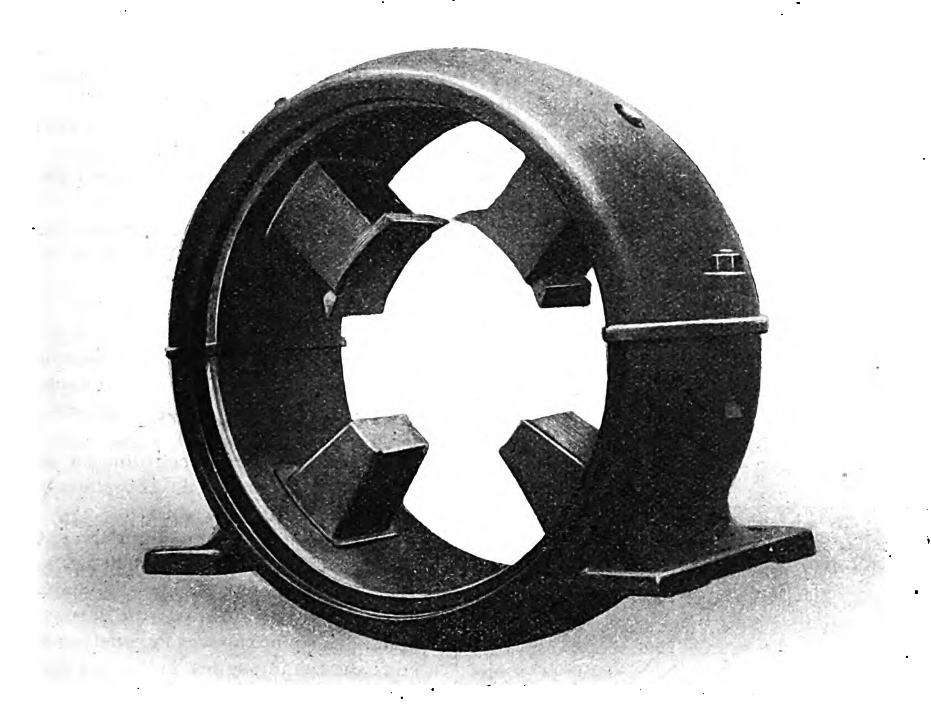


Fig. 3. — Bâti de l'inducteur d'une excitatrice amortisseur d'à-coups, système Westinghouse-Brun.

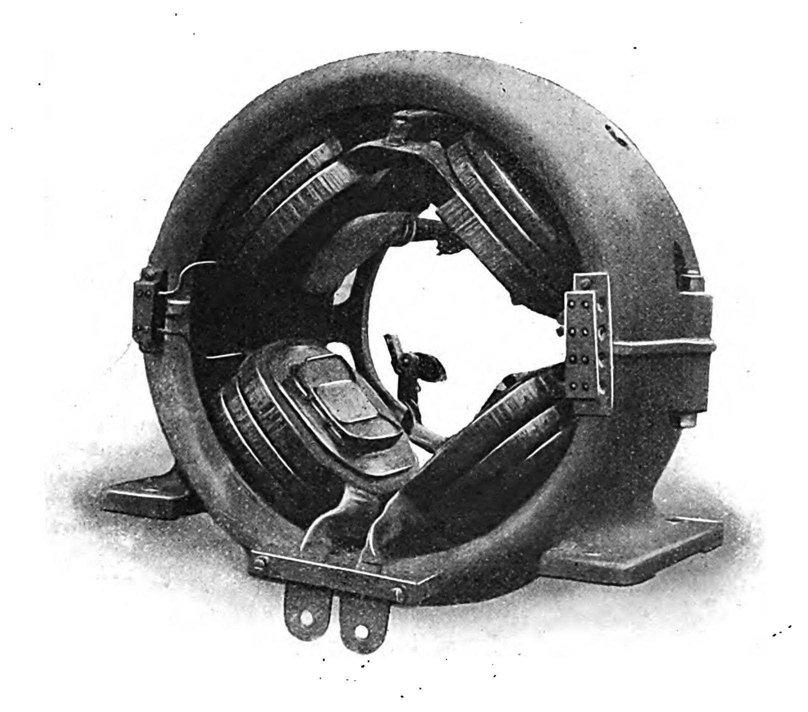


Fig. 4. — Le même inducteur muni de ses enroulements.

Pour les faibles charges, les quatre pôles se compensent deux à deux et la force électromotrice de l'excitatrice est nulle. Mais peu à peu la saturation des pôles de fonte se produit et, pour une charge donnée, est complète. Les pôles d'acier restant seuls à agir à partir de cette charge produisent une force électromotrice dans la partie induite, et comme celle-ci est connectée directement avec l'enroulement inducteur de l'amorçage, l'enroulement auto-série des pôles d'acier renforce l'action et permet d'obtenir rapidement un afflux de courant dans l'enroulement d'excitation du moteur du laminoir et de faire tomber sa vitesse.

L'installation comporte trois rhéostats : le premier a pour objet de faire varier, selon les besoins de la fabrication, la vitesse initiale maximum du moteur principal et agit, à cet effet, sur l'enroulement shunt de ce dernier.

Le second rhéostat, monté en série sur le circuit principal de l'excitatrice, a pour objet de faire varier l'inclinaison de la courbe de glissement du moteur. La figure 5,

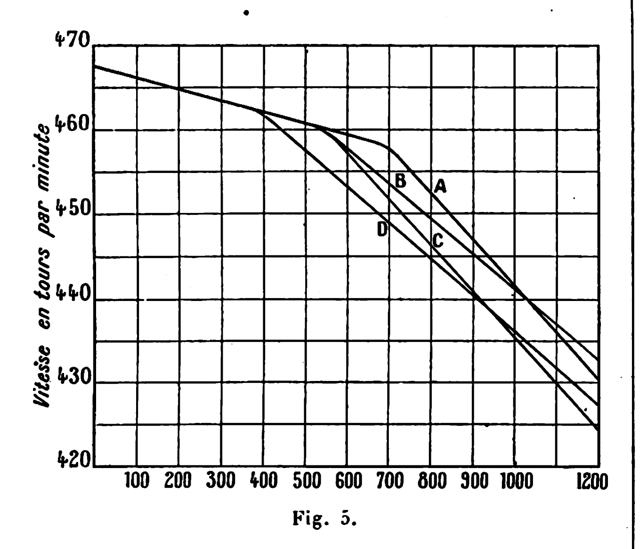


Fig. 5.

qui donne les courbes de vitesse relevées à l'enregistreur durant les essais, montre cet effet : la courbe B correspond à la marche avec rhéostat, tandis que la courbe C est relative à la marche avec rhéostat hors circuit.

Le troisième rhéostat est monté en série avec l'enroulement shunt de l'excitatrice et a pour but de faire varier le point de la charge à partir de laquelle le glissement se produit. C'est ainsi que la courbe A correspond à la marche avec rhéostat hors circuit et la courbe B à la marche avec rhéostat. Notons toutefois que cette excitation a également pour effet de faire varier dans le même sens qu'elle la vitesse primitive du moteur; si l'on veut conserver cette même vitesse, on peut la retrouver aisément en manœuvrant en sens inverse le rhéostat principal du moteur.

Cette série de courbes peut être obtenue pour n'importe quelle vitesse à vide du train, et fait ressortir les divers avantages du système.

Suivant qu'on emploie les courbes A ou D, on utilise le volant pour les fortes ou faibles charges, et par suite pour différents profils et laminages.

Suivant qu'on marche avec les courbes B ou C, on réduit plus ou moins les fluctuations de la charge à la station centrale en utilisant plus ou moins la force vive du volant.

2° *Train à planches de cuivre des Établissements Baraguey, Fouquet et Cie, La Neuve-Lyre.* — Ce laminoir est un exemple d'application plus courante de l'amortisseur d'à-coups W.-B.

Le train se compose d'une cage duo avec tablier releveur et est destiné au laminage des planches de cuivre d'un poids maximum de 1200 kg, les planches normales étant de 600 kg environ. Le diamètre des cylindres est de 550 mm.

Le moteur à courant continu qui actionne ce train a une puissance normale de 150 chevaux et est alimenté sous la tension de 525 volts.

Le volant présente un diamètre extérieur de 2,60 m avec un poids de jante de 20000 kg.

L'excitatrice amortisseur d'à-coups est montée en bout d'arbre, entraînée par un harnais d'engrenages. Le schéma des connexions et la construction sont identiques à ceux du Laminoir des Tréfileries du Havre décrit précédemment.

Voici maintenant quelques résultats d'essais :

En faisant travailler le moteur presque comme moteur shunt, c'est-à-dire en réduisant l'action de l'excitatrice, on est arrivé, avec des lingots de 300 kg, à avoir une intensité de courant de 600 ampères sous 500 volts. On aurait donc été dans l'impossibilité de passer des lingots d'un poids supérieur à 300 kg.

Grâce à l'emploi de l'amortisseur, le moteur a pu, sans dépasser sa pleine charge, laminer des lingots d'environ 600 kg, qui correspondent au travail normal du train. Pour de tels lingots, qui mesurent 830 × 830 × 105 mm et qui doivent être réduits en planches de cuivre de 1300 × 3700 × 14 mm, l'intensité au moteur n'a pas dépassé en effet 250 ampères, pour une tension de 525 volts environ, la variation de vitesse ou glissement étant, à ce moment de 10 pour 100 environ.

Le laminage des lingots de 1200 kg constitue par contre un travail assez dur pour le moteur, mais ce travail se présente peu souvent et la capacité de surcharge du moteur est suffisante pour satisfaire à de telles conditions. Des lingots de 1000 kg, mesurant 940 × 940 × 130 mm, ont pu être laminés en planches, sans que la charge du moteur dépasse 330 ampères sous 525 volts, soit une surcharge momentanée de 57 pour 100 environ.

G. SAUVEAU.



ÉCLAIRAGE.

ÉCLAIRAGE PAR INCANDESCENCE.

Quelques travaux récents sur les lampes à filaments métalliques.

Dans un article sur la *radiation des métaux* (*Electrical World*, t. LV, 23 juin 1910, p. 1654), M. EDWARD P. HYDE discute les recherches relatives à la sélectivité des lampes à filament métallique. L'auteur a déjà décrit deux nouvelles méthodes photométriques pour étudier la radiation sélective de certains métaux [1], c'est-à-dire la distribution différente de l'énergie émise par ces corps et par un corps noir à la même température.

Le platine a été étudié à deux températures différentes. Bien que le platine ait été communément considéré comme se comportant d'une façon différente du corps noir, il peut être placé entre les divers charbons et le tantale. En d'autres termes, il est plus sélectif que le charbon dans toutes ses formes, mais ne l'est pas autant que le tantale, le tungstène ou l'osmium. La variation, indépendante en apparence, des deux variables émission et sélectivité peut être évaluée pour le charbon et le tungstène. De la différence dans les lumens par watt, entre le tungstène et le charbon quand on les emploie à des températures telles que l'énergie émise pour la longueur d'onde $0^{\mu},66$ soit la même, la moitié est due uniquement aux émissions différentes des deux substances et l'autre moitié est due à la sélectivité.

Si l'on considère d'ailleurs les résultats et les lois de la radiation, les conclusions suivantes s'imposent :

L'équation de Wien ne paraît pas représenter, dans sa forme générale, la distribution de l'énergie dans le spectre des métaux, du moins pour les métaux platine, tantale, tungstène et osmium. Les variations des valeurs observées du coefficient α de la loi de Wien :

$$J = C_1 \lambda^{-\alpha} E^{-\frac{C_2}{\lambda T}},$$

en supposant vraie cette loi, sont dues probablement à la variation avec la longueur d'onde λ plutôt qu'à la variation avec la température. Puisqu'on sait que la loi de Wien ne représente même pas la radiation d'un corps noir pour les plus grandes longueurs d'onde du spectre infra-rouge, il n'est pas étonnant que des différences puissent exister quand on l'applique à la radiation des métaux. C'est un sujet pour des recherches futures de savoir si la radiation des métaux peut être représentée exactement par la loi générale de Planck

$$J = C_1 \frac{\lambda^{-\alpha}}{E^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1}$$

qui est vérifiée approximativement par l'expérience et a, pour le corps noir, une base théorique.

D'une déduction théorique, vérifiée expérimentalement pour le tantale et le tungstène en ce qui concerne la relation entre la couleur et l'intensité, il résulte que si la loi de Planck est reconnue exacte pour les métaux à diverses températures, le coefficient α doit être sensiblement constant et indépendant de la température dans l'échelle des températures ordinaires. La constante appelée C_2 peut ou ne peut pas varier d'après les considérations précédentes. L'osmium se comporte d'une façon particulière qui en fait un intéressant sujet pour une étude ultérieure.

Les *lampes à tungstène* ont fait l'objet d'une étude de M. J.-W. HOWELL présentée à l'American Institute of Electrical Engineers le 17 mai. L'auteur considère quelques relations remarquables entre l'éclat spécifique et la consommation spécifique de types variés de lampes. Sous les conditions normales de travail, le filament de tungstène donne deux fois autant de lumière par unité de surface que ne le fait le filament de charbon consommant normalement.

Quand les deux lampes travaillent à la même consommation spécifique, les conditions sont inversées, le filament de charbon donnant deux fois plus de lumière par unité de surface que le filament de tungstène. Cette relation est une indication des raisons du meilleur rendement de la lampe à tungstène. Il y a une très forte indication, au point de vue physique, que pour la même consommation spécifique, le filament de charbon soit beaucoup plus chaud qu'un filament de tungstène. A sa consommation spécifique normale de 2 watts par bougie, la lumière par unité de surface est la même pour une lampe au tantale que pour une lampe au charbon travaillant à 3,1 watts par bougie.

Dans un Mémoire présenté par M. W. COOLIDGE, devant l'American Institute of Electrical Engineers, mai 1910, l'auteur revient sur une question déjà présentée par M. C.-G. Fink à l'American Electrochemical Society. Il s'agit de la préparation dans le laboratoire de recherches de la General Electric Company, à Schenectady, du *tungstène ductile*.

L'auteur examine et discute le mode de préparation du tungstène et donne une idée des impuretés qui agissent sur la ductilité. La plus grosse difficulté rencontrée dans la purification est due à ce fait que l'acide tungstique forme des composés complexes difficilement séparables.

Les résultats suivants donnent une idée du gain obtenu dans les propriétés mécaniques du métal :

Diamètre en centimètre.	Force de tension en kilogrammes par millimètre carré.	Densité.
0,375	»	19,30
0,0125	344,75	»
0,0070	372,89	»
0,00375	421,39	20,19

[1] E.-P. HYDE, CADY et MIDDLEKAUFF, *La Revue électrique*, t. XIII, 1910, p. 22.

La résistivité à 25° C., exprimée en microhms-centimètre, est pour le fil étiré 6,2; pour le même recuit 5,0. Le coefficient de température de la résistivité entre 0° et 170° C. est 0,0051 par degré centigrade.

Les lampes employées dans les trains et dans des endroits où elles sont exposées à une vibration extraordinaire doivent être capables de résister à des chocs considérables. Une *méthode d'essai de la résistance mécanique des lampes à filament métallique*, qui est en usage depuis six mois dans le laboratoire de la section télégraphique des tramways suisses de Berne, a été indiquée par M. Muller [1].

Les lampes sont soumises à des chocs produits par une balle de caoutchouc, remplie de plomb, qui est obligée de rouler le long d'un plan incliné et de choquer l'ampoule de la lampe en son fond. La balle pèse 120 gr. Le plan incliné est gradué en centimètres dans le sens de sa longueur et a une pente de 10 pour 100. La lampe en essai est suspendue par une corde flexible au bas du plan incliné. La balle est d'abord lancée d'une distance de 20 cm de la lampe. Si ce choc est supporté avec succès, on répète l'expérience en accroissant la distance de 5 cm à chaque fois jusqu'à ce que le filament casse. La distance parcourue par la balle quand la rupture se produit est prise comme mesure de la résistance du filament au choc et aux vibrations. Les conclusions générales suivantes peuvent être déduites de cette étude. Les nombres caractérisant la résistance mécanique varient considérablement avec les différentes fabrications. Il n'y a aucune relation marquante entre la résistance à la rupture et le rendement électrique. Pour un voltage donné, cette résistance paraît être d'autant plus grande que l'intensité lumineuse est plus basse et, pour des lampes d'intensité lumineuse donnée, la résistance est d'autant plus grande que la tension est moins élevée. Le filament même n'est pas toujours la partie la plus fragile; plusieurs ruptures se sont produites dans la baguette de verre supportant le fil, ou aux crochets, ou aux contacts.

C. Chéneveau.

ÉCLAIRAGE PAR ARC.

Relation entre la température des électrodes et la tension de l'arc électrique [2].

L'auteur rappelle et discute les expériences antérieures aux siennes faites dans le but de trouver l'effet produit sur l'arc électrique par le refroidissement des électrodes (électrodes refroidies par une enveloppe d'eau ou charbons creux refroidis par un courant d'eau) ou le chauffage des électrodes.

Il en résulte que le refroidissement de la cathode d'un arc entre charbons accroît la tension de quelques volts; l'augmentation est plus petite quand l'anode est refroidie. Les chutes de tension à l'anode et à la cathode, étant mesurées, furent trouvées toutes deux plus grandes quand la cathode était refroidie, le plus grand accroissement ayant lieu pour la chute cathodique. L'accroissement de potentiel, dans les différentes parties de l'arc était approximativement proportionnel au potentiel existant avant le refroidissement de la cathode.

C. C.

[1] T. Müller, *Electrician*, t. LXV, 29 avril 1910, p. 107.

[2] C.-D. Child, *Electrician*, 3 juin 1910, p. 324.

DIVERS.

L'amélioration de l'éclairage par l'emploi de réflecteurs associés à des lampes à incandescence [1].

Pour modifier l'aspect de l'éclairage produit par les foyers lumineux, on emploie soit des globes, soit des abat-jour, soit des réflecteurs.

Les réflecteurs ont pour but d'améliorer l'éclairage. Trois facteurs sont à envisager pour leur comparaison : le rendement, la forme et la protection qu'ils donnent aux yeux contre l'éclat de la lumière.

Le rendement varie avec la couleur : ainsi le blanc réfléchit 70 pour 100 de la lumière émise, l'orange 50 pour 100, le jaune 40 pour 100, le rose 36 pour 100, le bleu 25 pour 100, vert émeraude 18 pour 100, le vert bleuâtre 12 pour 100 et le bleu d'outremer 3,5 pour 100. Le rendement varie aussi avec la position de la lampe. Si nous négligeons la réflexion du plafond et des murs, la zone utile est généralement comprise entre 0° et 60° avec la verticale; mais parfois reste comprise entre 0° et 15°, comme c'est le cas pour des lampes fixées sur un plafond très élevé.

Le tableau ci-dessous montre le gain considérable de flux lumineux utile résultant de l'emploi de lampes à réflecteurs :

Source de lumière.	Flux lumineux. en lumens.			Gain en pour 100 sur les lampes nues.		
	0°-60°.	0°-45°.	0°-15°.	0°-60°.	0°-45°.	0°-15°.
Lampe nue de 60 w. au tungstène	86,8	41,6	3,1	—	—	—
La même avec réflecteur intensif...	221	154	20,3	155	270	536
La même avec réflecteur à foyer...	223	170	32,0	157	308	903

Quand, dans une installation, on a à envisager le côté artistique, la forme du réflecteur importe plus que la question rendement; mais en général, on a à concilier les deux, d'où résulte une certaine perte sur le rendement.

La protection des yeux est très importante, car l'action directe de la lumière sur ceux-ci les fatigue et diminue leur sensibilité (surtout avec les lampes métalliques). A ce point de vue encore, l'emploi des réflecteurs présente un intérêt considérable car il est généralement possible de les disposer de manière à éviter une action directe de la lumière sur les yeux.

[1] T.-W. Rolph, *Electric Journal* (Pittsburg), mai 1910, p. 341-351.

MESURES ET ESSAIS.

ESSAIS DES RÉSEAUX.

Mesure de l'isolement des conducteurs d'un réseau triphasé en fonctionnement.

Il arrive fréquemment qu'on désire contrôler l'*isolement d'un réseau triphasé à basse tension*, dont la *capacité est faible* et le *point neutre non mis à la terre*.

Dans ce cas, il suffit de brancher successivement un voltmètre *de sensibilité et de résistance convenables* entre les trois fils et le sol, pour déduire des trois lectures les isolements au sol des trois conducteurs.

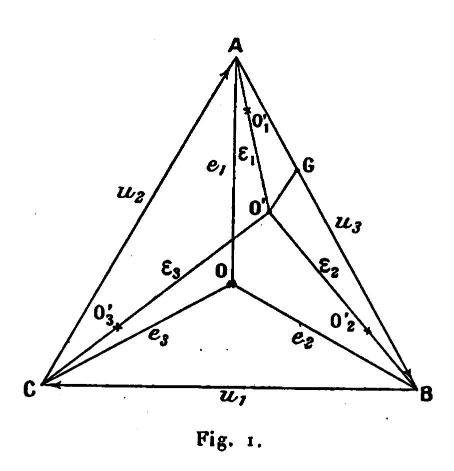


Fig. 1.

Nous allons d'abord rappeler le principe de l'établissement du diagramme des potentiels et montrer comment de ce diagramme on peut déduire les isolements, dans certains cas; nous supposerons les capacités négligeables.

Considérons un réseau triphasé de tension composée U et désignons par u_1, u_2, u_3 les valeurs intantanées des trois tensions composées. Soient e_1, e_2 et e_3 les tensions étoilées entre le point neutre et les conducteurs. On peut représenter ces tensions par le diagramme vectoriel de la figure 1 : nous prenons les directions positives des tensions étoilées vers le centre de l'étoile et les directions positives des tensions composées dans le sens des aiguilles d'une montre ou sens des phases.

Désignons par x, y, z, les résistances d'isolement des conducteurs A, B et C (*fig.* 2) au sol, et par a, b, c les conductances correspondantes, dont l'emploi est plus commode dans les calculs de ce genre. On a les relations

$$ax = by = cz = 1.$$

Si les conductances a, b et c sont différentes et le neutre isolé du sol, les d. d. p. entre les fils et le sol sont inégales et le potentiel du sol peut être représenté par un point O' (toujours à l'intérieur du triangle, quand il n'y a pas de capacité), tel que les longueurs AO', BO' et CO' représentent les tensions entre les conducteurs et le sol ε_1, ε_2 et ε_3.

Connaissant les conductances a, b et c, on peut aisément construire ce point O'. On a, en effet, entre les tensions ε, les tensions u et les conductances d'isolement diverses relations instantanées :

D'abord les relations de définition des tensions composées

$$(1) \qquad \begin{cases} \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = u_3, \\ \varepsilon_2 - \varepsilon_3 = u_1, \\ \varepsilon_3 - \varepsilon_1 = u_2. \end{cases}$$

Ensuite l'équation exprimant que la somme des courants instantanés dans les trois isolements est nulle, soit

$$(2) \qquad a\varepsilon_1 + b\varepsilon_2 + c\varepsilon_3 = 0.$$

Remplaçant dans (2) ε_2 et ε_3 par leur valeur tirée du système (1), on obtient

$$a\varepsilon_1 + b(\varepsilon_1 - u_3) + c(\varepsilon_1 + u_2) = 0$$

ou

$$(a + b + c)\varepsilon_1 + cu_2 - bu_3 = 0.$$

Désignant par Γ la conductance totale $a + b + c$ et par α, β, γ les rapports des conductances partielles à la conductance totale, soit

$$\alpha = \frac{a}{\Gamma}, \qquad \beta = \frac{b}{\Gamma}, \qquad \gamma = \frac{c}{\Gamma},$$

on peut écrire

$$(3) \qquad \varepsilon_1 = \beta u_3 - \gamma u_2.$$

On a évidemment de même, par permutations circulaires,

$$\varepsilon_2 = \gamma u_1 - \alpha u_3,$$
$$\varepsilon_3 = \alpha u_2 - \beta u_1.$$

Ces équations entre valeurs instantanées se construisent géométriquement d'une façon très simple. On obtient, par exemple, ε_1 en portant à partir du point A (*fig.* 1) un vecteur AG suivant la direction AB, de longueur βU_3, puis parallèlement à AC, c'est-à-dire en sens inverse de U_2 un vecteur GO', égal à γU_2, ce qui donne le point O', et par suite ε_2 et ε_3 directement.

Remarquons que la position du point O' ne dépend que des rapports des conductances à la conductance totale et non des valeurs mêmes de ces conductances : c'est d'ailleurs évident *a priori* que tout système λa, λb, λc a le même point figuratif du potentiel du sol que le système a, b et c, les courants étant proportionnels dans les deux cas.

Il en résulte immédiatement, d'une façon inverse, que la connaissance du point figuratif du potentiel du sol, ou point O', ne permet de calculer que les rapports α, β et γ et non les valeurs a, b, et c.

Si donc on mesure au moyen d'un électromètre de résistance infinie et de capacité négligeable, n'apportant par suite par sa présence aucune perturbation au système des courants, les tensions successivement entre les fils et le sol, on obtiendra par trois arcs de cercles concourants le point O', d'où, l'on pourra déduire les rapports α, β et γ, mais non la valeur absolue des isolements.

Il n'en est plus de même lorsqu'on substitue à l'électromètre un voltmètre de résistance limitée, c'est-à-dire de conductance appréciable par rapport à celle des isolements. En plaçant, par exemple (*fig.* 2), un volt-

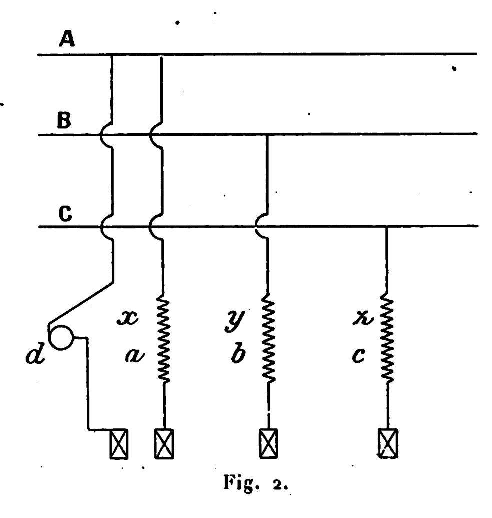


Fig. 2.

mètre de conductance d entre le conducteur A et le sol, on remplace la conductance primitive a par $a + d$ et la nouvelle tension ε'_1 indiquée par le voltmètre s'obtient maintenant par la relation

$$(a + d)\varepsilon'_1 + b(\varepsilon'_1 - u_3) + c(\varepsilon'_1 + u_2) = 0,$$

car il est inutile d'introduire les nouvelles valeurs inconnues de ε_2 et ε_3 puisqu'elles sont données par $\varepsilon'_1 - u_3$ et $\varepsilon'_1 + u_2$ et qu'on n'a rien changé à b et c.

On en tire

$$(4) \quad \varepsilon'_1 = \frac{bu_3 - cu_2}{\Gamma + d} = \frac{\Gamma}{\Gamma + d}(\beta u_3 - \gamma u_2) = \frac{\Gamma}{\Gamma + d}\varepsilon_1.$$

La valeur obtenue au voltmètre est donc plus faible que celle que donnerait l'électromètre, dans le rapport de la conductance totale d'isolement à la somme de cette conductance et de celle du voltmètre.

On obtiendra les mêmes résultats pour les lectures ε'_2 et ε'_3 faites en plaçant successivement le voltmètre entre les fils B et C et le sol.

Géométriquement les points relatifs aux trois positions du voltmètre viendront (*fig.* 1) en O'_1, O'_2 et O'_3, sur les vecteurs AO', BO' et CO', de telle façon que les rapports soient donnés par

$$\frac{AO'_1}{AO'} = \frac{BO'_2}{BO'} = \frac{CO'_3}{CO'} = \frac{\Gamma}{\Gamma + d}.$$

Si l'on connaissait en grandeur et position deux de ces vecteurs AO'_1 et BO'_2, on en déduirait immédiatement le point O' : mais dans la pratique on connaît seulement, par 3 mesures au voltmètre, les grandeurs ε'_1, ε'_2 et ε'_3 en valeurs efficaces. Avec ces trois lectures on peut aisément déterminer toutes les constantes du système. Résolvons maintenant le problème ainsi proposé.

Étant données les tensions p, q, r lues au voltmètre de conductance d, entre les fils pris successivement et le sol, déterminer les conductances d'isolement a, b et c des trois fils par rapport au sol; la tension composée est U (le tout en valeurs efficaces).

Il faut d'abord chercher, dans le triangle équilatéral ABC (*fig.* 3), de côté égal à U, le point représentatif du potentiel du sol. Soit O' ce point inconnu.

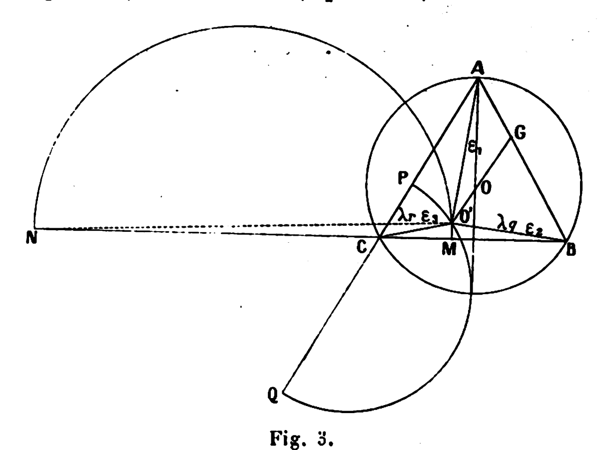


Fig. 3.

Nous savons que les distances AO', BO' et CO' sont proportionnelles aux trois nombres p, q et r. C'est un problème de géométrie qu'on peut résoudre de différentes façons.

Soit, pour fixer les idées, $p > q > r$.

Cherchons [1] le lieu des points tel que leur distance à B et C soit proportionnelle à q et r. Deux de ces points sont situés sur le côté BC et son prolongement, savoir : le point M défini par

$$\frac{MC}{MB} = \frac{r}{q},$$

d'où

$$\frac{MC}{MC + MB} = \frac{MC}{U} = \frac{r}{q + r},$$

et, sur le prolongement, le point N, tel qu'on ait

$$\frac{NC}{NB} = \frac{r}{q},$$

ou

$$\frac{NC}{NB - NC} = \frac{NC}{U} = \frac{r}{q - r}.$$

Le lieu cherché est alors le cercle tracé sur MN comme diamètre, car pour un point O' quelconque de ce cercle les droites O'M et O'N sont les bissectrices intérieure

[1] La solution géométrique sous cette forme nous a été inspirée par M. Simon, ingénieur à la Manufacture de tabacs de Nancy.

et extérieure de l'angle COB, partageant le côté C'B en segments proportionnels à q et r.

En construisant de même sur un autre côté, par exemple sur AC, le cercle de diamètre PQ, les points P et Q divisant le côté AC en segments proportionnels à p et r, on obtiendra, à l'intersection des deux cercles, le point O' cherché.

(Si deux des trois nombres p, q, r sont égaux, le cercle correspondant est remplacé par la hauteur, son diamètre devenant infini.)

Une fois le point O' obtenu, en menant O'G parallèle à CA, on obtient, d'après (3), les rapports

$$\beta = \frac{AG}{AB} = \frac{AG}{U}$$

$$\gamma = \frac{O'G}{AC} = \frac{O'G}{U} \qquad (\alpha = 1 - \beta - \gamma).$$

D'autre part, la relation (4) donne la conductance totale par la relation

$$\frac{\Gamma}{\Gamma + d} = \frac{p}{\varepsilon_1} = \frac{p}{AO'},$$

et finalement les résistances cherchées sont

$$x = \frac{1}{a} = \frac{1}{\alpha\Gamma},$$

$$y = \frac{1}{b} = \frac{1}{\beta\Gamma},$$

$$z = \frac{1}{c} = \frac{1}{\gamma\Gamma}.$$

APPLICATION. — *Sur un réseau mal isolé, on a relevé les tensions suivantes entre fils et sol : 116, 100 et 90 volts; la tension composée est 225 volts et la résistance du voltmètre 3000 ohms. Calculer les résistances d'isolement.*

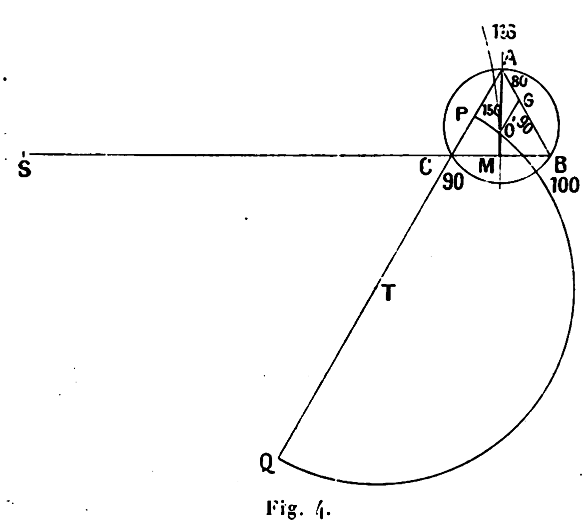


Fig. 4.

Le rayon du triangle de potentiel est $\frac{225}{\sqrt{3}} = 130$ volts. Construisons ce triangle à petite échelle (*fig.* 4). Choisissons $p = 116$, $q = 100$, $r = 90$.

Sur AC, nous prenons P tel qu'on ait

$$\frac{CP}{225} = \frac{r}{p+r} = \frac{90}{206} \qquad \text{d'où} \qquad CP = 98,5$$

et Q,

$$\frac{CQ}{225} = \frac{r}{p-r} = \frac{90}{26} \qquad \text{d'où} \qquad CQ = 780,$$

et décrivons le cercle de diamètre PQ et de centre T.

Nous calculons de même, sur BC, CM par la formule

$$\frac{CM}{225} = \frac{r}{q+r} = \frac{90}{190} \qquad \text{d'où} \qquad CM = 105 \text{ environ};$$

et CN par la formule

$$\frac{CN}{225} = \frac{r}{q-r} = \frac{90}{10}, \qquad CN = 2025.$$

Ce point étant très éloigné, nous calculons la position du centre S du cercle par la relation

$$CS = \frac{CN - CM}{2} = \frac{2025 - 105}{2} = \frac{1920}{2} = 960.$$

Le cercle S donne alors le point O'; nous menons O'A, et O'G parallèle à CA, et relevons les résultats suivants

$$O'A = 150,$$
$$O'G = 90,$$
$$AG = 80.$$

On en déduit immédiatement

$$\beta = \frac{AG}{AB} = \frac{80}{225} = 0,355,$$

$$\gamma = \frac{O'G}{AB} = \frac{90}{225} = 0,40,$$

$$\alpha = 1 - 0,755 = 0,245.$$

De plus,

$$\frac{\Gamma}{d} = \frac{116}{150 - 116} = \frac{116}{34}.$$

D'où finalement, pour les résistances en ohms,

$$x = \frac{1}{a} = \frac{1}{\alpha\Gamma} = 3000 \frac{34}{116 \times 0,245} = \frac{878}{0,245} = 3590 \text{ ohms},$$

$$y = \frac{878}{0,355} = 2470 \text{ ohms},$$

$$z = \frac{878}{0,40} = 2200 \text{ ohms}.$$

Remarques sur le champ d'application de la méthode. — La méthode indiquée ci-dessus ne se prête guère qu'à la mesure des isolements mauvais ou médiocres (ce qui présente déjà un certain intérêt). Son application est limitée par les raisons suivantes, comparativement aux méthodes analogues utilisées en courant continu :

1° Les isolements maxima appréciables dépendent évidemment de la sensibilité du voltmètre utilisé, sensibilité qu'on peut définir par le quotient de sa résistance

R par le nombre de volts v indiqués au maximum de l'échelle $\frac{R}{v}$.

Or, les voltmètres thermiques à courants alternatifs consomment de 0,1 à 0,2 ampère, ce qui conduit à un quotient $\frac{R}{v}$ compris entre 10 et 5; les voltmètres électrodynamométriques et à fer doux descendent à une consommation d'environ 0,05 ampère, soit $\frac{R}{v} = 20$, tandis qu'il existe de nombreux voltmètres à courant continu n'absorbant que de 0,005 à 0,01 ampère, soit $\frac{R}{v}$ compris entre 200 et 100.

2° L'échelle des appareils à courants alternatifs ne peut guère être lue au-dessous du quart de la déviation totale, tandis que dans les appareils à courant continu on apprécie aisément le centième de cette échelle.

3° Pour les isolements élevés, le courant de capacité cesse d'être négligeable et quand on veut en tenir compte les calculs deviennent beaucoup plus complexes et nécessitent des mesures multiples, pour déterminer, en plus des isolements, les trois capacités, ce qui porte à six le nombre des inconnues à rechercher.

4° On voit aisément qu'en se plaçant dans le cas le plus favorable où les isolements sont sensiblement égaux, et en utilisant un voltmètre dont le maximum correspond à la tension étoilée et admettant une lecture minimum possible égale au quart de l'échelle, la conductance minimum appréciable est égale au tiers de la conductance du voltmètre, ce qui correspond pour chaque résistance d'isolement à 9 fois la résistance du voltmètre. Quand les isolements deviennent supérieurs à cette valeur, les lectures tombent au-dessous de la limite utilisable.

5° Pour améliorer les mesures, on peut chercher à recourir à des voltmètres de tension maximum inférieure à la tension composée : on commencera toujours par utiliser des voltmètres pouvant supporter la tension composée, et on fera *grosso modo* les lectures. On pourra alors employer des voltmètres de tension moindre, en commençant toujours par faire la mesure sur le fil qui donne la plus petite déviation, et remarquant que les systèmes de lectures sont toujours des nombres proportionnels, ce qui permet de s'assurer que la déviation maximum à venir ne dépassera pas l'échelle du voltmètre. Cette façon de procéder ne donne d'ailleurs que rarement des résultats utiles : savoir, lorsque la conductance totale Γ du réseau n'est pas inférieure à environ 3 fois la conductance du voltmètre utilisable sous tension composée.

Car les tensions observées diminuant dans le rapport de la conductance du réseau à la somme des conductances du réseau et du voltmètre, lorsqu'on change de graduation au voltmètre la conductance augmente et finalement la *lecture* ne varie que très peu.

Il n'y a donc amélioration que dans le cas très rare où les déviations avec le voltmètre à la tension la plus haute se tenaient un peu au-dessous de la zone où la lecture commence à être précise.

D'après la remarque (4), avec un voltmètre absorbant 0,05 ampère, et un réseau à 225 volts composés, en utilisant la sensibilité 150 volts, de résistance 3000 Ω, on ne peut guère mesurer que des isolements sensiblement égaux, de valeur inférieure à environ 30 000 Ω.

Emploi d'un électromètre combiné avec une résistance réglable. — On peut obtenir des résultats plus exacts, pour des réseaux mieux isolés et avec des calculs plus rapides en employant, au lieu d'un voltmètre, un électromètre et une résistance assez élevée, réglable suivant les besoins. On fait alors 4 lectures : on prend d'abord à l'électromètre les d. d. p. entre les trois fils et le sol, ce qui permet de construire le diagramme triangulaire avec le point figuratif du potentiel du sol.

On intercale ensuite, entre un des fils et le sol, la résistance en question et l'on mesure à l'électromètre la d. d. p. nouvelle entre le fil et le sol. Si l'on désigne par g la conductance correspondante à cette résistance et par Γ la conductance totale inconnue du réseau, le rapport des lectures à l'électromètre sur le même fil avec et sans résistance branchée est égal au rapport inverse des conductances (relation 4)

$$\frac{\Gamma}{\Gamma + g} = \frac{\varepsilon'_1}{\varepsilon_1},$$

ce qui permet de déterminer immédiatement Γ; le diagramme triangulaire donne alors les rapports $\frac{a}{\Gamma}$, $\frac{b}{\Gamma}$ et $\frac{c}{\Gamma}$ et par suite les isolements cherchés.

Comme on peut choisir à volonté la conductance g, en la prenant, par tâtonnement, de l'ordre de grandeur de Γ, on peut avoir une excellente mesure du rapport $\frac{\varepsilon'_1}{\varepsilon_1}$ et faire une détermination des isolements beaucoup plus précise, même quand ils deviennent assez grands.

Toutefois il ne faut pas oublier que, dès que les résistances d'isolement augmentent, l'action de la capacité commence vite à se faire sentir et à fausser les résultats.

Cherchons, pour nous rendre compte de l'erreur introduite par la capacité, quel isolement kilométrique donnera le même courant qu'une capacité kilométrique de 0,01 microfarad, valeur courante en ligne aérienne, en supposant une fréquence de 50 périodes par seconde.

La conductance équivalente à cette capacité est

$$0{,}01 \,.\, 10^{-6} \,.\, 314,$$

et par suite la résistance kilométrique

$$\frac{10^6}{3{,}14} = 316\,000 \text{ ohms environ},$$

ce qui montre que pour un réseau aérien isolé à 300 000 ohms par kilomètre, ce qui n'est pas élevé, une capacité d'un centième de microfarad par kilomètre donne des courants du même ordre que les courants de perte.

Indicateurs de terres pour réseaux triphasés. — On rencontre quelquefois sur les tableaux de distribution les deux dispositifs suivants :

1° *Un électromètre qu'on peut brancher successivement entre les trois fils et le sol.* Comme nous l'avons vu, il faut ajouter à ce dispositif une résistance en dérivation,

pour pouvoir mesurer les isolements. Toutefois, sans l'emploi de cette résistance, on est prévenu que l'un des conducteurs est à la terre, quand la lecture tombe à zéro pour ce fil.

2° *Trois voltmètres intercalés à demeure entre les trois fils et le sol*, ce qui constitue d'abord une mise à la terre du point neutre et permet d'apprécier par les lectures simultanées que l'une des phases est à la terre, quand la lecture correspondante devient nulle; on ne peut, d'ailleurs, des lectures déduire les isolements.

A. Mauduit,
Professeur à l'Institut électrotechnique
de Nancy.

Localisation des défauts sur les réseaux souterrains [1].

Beaucoup de méthodes ont été employées pour la localisation des défauts sur des réseaux souterrains. Dans la plupart des cas le choix est limité par le type de câble et le système de distribution. L'auteur, sans faire de comparaisons entre les divers moyens utilisés, se propose de décrire un dispositif simple qu'il a reconnu très utile pour localiser les pertes à la terre sans interrompre la distribution. Le principe de ce dispositif repose sur ce fait que, quand il se produit une perte à la terre, le sol dans son voisinage est chargé à un potentiel plus élevé que le potentiel normal de la terre et ce potentiel varie, en chaque point, en raison inverse de la distance de ce point au défaut.

Considérons une distribution à 3 fils à 250 volts. Mettons en communication avec la barre correspondant au fil médian, un ampèremètre, une résistance de 10 ohms qu'on peut shunter par un interrupteur et une plaque de terre. Supposons qu'une mise à la terre se produise sur le câble positif. Si le courant dans l'ampèremètre et à travers le défaut est de 10 ampères, la résistance totale entre le défaut et la plaque de terre est de 15 ohms, c'est-à-dire qu'il y a une différence de potentiel de 150 volts entre ces deux points. Cette tension qui sera la plus grande immédiatement au défaut et diminuera avec la distance au défaut, peut être mesurée à l'aide d'un voltmètre ordinaire; mais dans le plus grand nombre de cas il est préférable d'employer un voltmètre spécial, étalonné pour de très petites tensions. Une borne du voltmètre est reliée à un contact glissant et l'autre à une bonne prise de terre, telle que celle formée par une tige d'acier enfoncée dans le sol à une distance de 182 cm à 273 cm du chemin du câble. Outre la simplicité de l'opération et l'exactitude des résultats obtenus, cette méthode possède d'autres avantages : elle permet de localiser immédiatement les plus petites mises à la terre sans arrêter la distribution; elle peut être employée par quelqu'un ne possédant que des connaissances techniques élémentaires; elle est applicable à tout système de distribution, soit par courant continu, soit par courant alternatif; enfin elle ne nécessite qu'un appareil simple et peu coûteux.

C. C.

[1] W.-A. Toppin, *Electrician*, t. LXV, 15 juillet 1910, p. 550.

PHOTOMÉTRIE.

Quelques travaux récents sur la mesure des grandeurs lumineuses.

Dans un Mémoire présenté à la dernière réunion de la section new-yorkaise de l'Illuminating Engineering Society (9 juin 1910), M. E.-B. Rosa remet en discussion la question si importante de la *nomenclature des grandeurs photométriques et des unités photométriques*. La lecture de ce travail très précis, que je vais essayer de résumer, m'a suggéré cette idée qu'une Conférence internationale devrait bien régler une fois pour toutes cette importante question. Il faudrait définir aussi exactement que possible les grandeurs utiles, et, comme le fait justement remarquer l'*Electrical World* dans son numéro du 16 juin, ne pas employer des symboles pour ces grandeurs qui prêtent à une ambiguïté quelconque. N'est-il pas troublant, même pour des ingénieurs électriciens, de voir les symboles I, F, E, Q et L, représenter l'intensité, le flux, l'éclairement, la quantité de lumière et l'éclairage. A quoi bon cette confusion avec les symboles caractérisant les grandeurs électriques ou mécaniques, intensité, force, force électromotrice, quantité et self-induction? Cette question mérite d'être sérieusement étudiée, ne serait-ce qu'au point de vue de l'enseignement.

D'après M. Rosa, la *radiation* est la densité du flux lumineux à la source du flux et l'*éclairement* est la densité du flux ou flux par unité de superficie sur la surface qui reçoit le flux lumineux. Le *flux lumineux* est le *stimulus physique* qui, appliqué à la rétine, produit la sensation de lumière. Il est égal au produit du coefficient d'excitation (*stimulus coefficients*) par le pouvoir radiant ou puissance dépensée pour produire la radiation. Ce coefficient d'excitation est différent pour chaque fréquence ou longueur d'onde; il est maximum dans le jaune-vert du spectre et est nul pour toutes les fréquences en dehors du spectre visible. En mesurant la puissance électrique dépensée en watts et le flux lumineux total émis en lumens, on peut déterminer le rapport du flux lumineux au pouvoir radiant dans chaque cas particulier, on peut dire exactement que le flux lumineux est dû au pouvoir radiant mesuré en watts et lui est toujours associé. Cependant le rapport entre le flux lumineux ou coefficient d'excitation et le pouvoir radiant ou rendement lumineux n'est pas constant, mais variable avec chaque longueur d'onde du spectre visible; il tombe à zéro pour le spectre invisible.

Dans le cas d'une source de lumière formée par un disque circulaire, l'éclairement sur un petit plan normal à l'axe est proportionnel à la quantité totale de lumière sur le disque et inversement proportionnelle au carré de la distance du plan au bord du disque. Cette relation est vraie pour toutes les distances comprises entre zéro et l'infini. La loi de l'inverse du carré est généralement exacte pour l'éclairement, le long de son axe, dû à un disque circulaire de dimension quelconque, mais la distance doit être mesurée, non au centre du disque, mais à son bord. Dans le cas d'un plan infini, la densité du flux est la même en tous les points de l'espace et est donc tout à fait indépendante de la distance du plan.

L'éclairement dû à un cylindre infini varie en raison

inverse de la distance, tandis que l'éclairement produit par un cylindre court est, approximativement, inversement proportionnel au carré de la distance.

L'éclairement produit par une sphère de dimension quelconque est inversement proportionnel au carré de la distance mesurée de son centre et est égal à l'intensité d'une source punctiforme ayant la même quantité totale de lumière divisée par le carré de la distance. En d'autres termes, la loi de l'inverse du carré est aussi rigoureuse pour de grandes sphères que pour des points, ce qui oblige la loi du cosinus à être vraie pour les surfaces sphériques et l'intensité spécifique à être uniforme sur la sphère.

Dans le cas d'une sphère creuse ayant un coefficient de réflexion diffuse constant, recevant de la lumière d'une source placée à l'intérieur, chaque élément de surface interne éclaire également tous les autres éléments. L'éclairement indirect de la sphère doit donc être partout le même, quelque inégal que l'éclairement direct puisse être. Ainsi une lampe placée à l'intérieur peut éclairer directement la sphère d'une manière inégale, bien que la partie de l'éclairement due à la réflexion diffuse soit cependant partout la même. En calculant l'éclairement dans une telle sphère, avec un coefficient de réflexion diffuse de 0,8, l'éclairement total est cinq fois ce qu'il serait si les parois étaient parfaitement noires; il est nécessaire de fournir juste assez d'éclairement pour compenser la perte constante par absorption.

Un petit disque placé en n'importe quel point, dans une sphère creuse uniformément éclairée, recevra le même flux, quelle que puisse être l'orientation du disque. Dans cette sphère, le flux est partout uniforme et égal, et il n'a aucune direction résultante.

Dans un cube ou une enceinte fermée de forme quelconque, dont les parois ont une clarté uniforme, la condition est la même que dans la sphère, c'est-à-dire que le flux lumineux est partout le même et qu'une petite surface aura le même éclairement quelles que soient sa position et son orientation. Ceci est encore vrai pour l'espace entre deux plans infinis de clartés uniformes égales lorsqu'on considère l'éclairement sur un petit plan quelconque entre les deux plans radiants; celui-ci est le même quelle que soit la position des plans.

D'après MM. V.-R. Lansigh et C.-H. Sharp, il y aurait lieu d'ajouter à ces grandeurs purement physiques les quantités physiologiques : *rendement de l'œil* et *rendement visuel ou physiologique*. Le premier se rapporte aux effets résultant de la lumière éblouissante et le dernier a trait à la capacité de distinguer les objets par raison de contrastes; cette capacité ne dépend pas seulement de la densité de l'éclairement sur l'objet vu, mais grandement aussi de l'éclat de l'éclairement des objets environnants.

Un autre Mémoire de MM. Sharp et Millar, présenté à la même séance de l'Illuminating Engineering Society, traite de la *question des lampes à incandescence employées comme étalons d'intensité lumineuse.* Sans insister particulièrement sur la question de la fabrication et de l'emploi de ces lampes, il faut indiquer que la meilleure manière d'utiliser les lampes à charbon comme étalons est de mesurer avec soin leur résistance. Dès que leur résistance devient constante, elles peuvent être employées comme étalons primaires. Le procédé de mesure de la résistance est en général le pont de Wheatstone; il doit indiquer une variation de résistance de 1 à 2 pour 100, c'est-à-dire que la mesure de la résistance doit être faite à $\frac{1}{10000}$ ou $\frac{1}{20000}$ près. La variation totale dans la résistance d'une lampe étalon entre sa puissance lumineuse initiale et sa puissance lumineuse maximum est, grossièrement, 0,5 pour 100. Au lieu de lampes ordinaires il est préférable d'employer un type spécial de lampe consistant en deux boucles placées l'une dans l'autre et dans le même plan; cette forme permet de déterminer la distance entre le centre de la lampe et l'écran photométrique avec la plus grande précision. On a utilisé également la lampe à tungstène de 100 à 130 volts en créant des types qui évitent le refroidissement par les contacts entre le filament et les fils d'attache, cause principale du peu de sécurité de l'étalonnage. Dans les étalons de précision, l'erreur ne dépasse pas 0,1 pour 100. Il serait évidemment à désirer qu'on emploie comme nouvelle unité internationale une série de lampes bien ajustées plutôt que des étalons à flamme si difficiles en général à régler. Incidemment, les auteurs indiquent que l'emploi du wattmètre donne une relation plus directe entre la puissance électrique et la puissance lumineuse que le voltmètre.

Une méthode pour calculer le flux lumineux nécessaire à l'éclairage d'une pièce d'après l'absorption de la lumière est indiquée par M. A.-S. Mac Allister dans l'*Electrical World* du 26 mai 1910, Vol. LV, p. 1389. Dans cette méthode on admet que les sources de lumière placées dans une pièce produisent un flux lumineux qui doit égaler la somme des lumens absorbés par les diverses surfaces; pour chaque surface, les lumens absorbés sont déterminés par le produit de l'aire de la surface en mètres carrés, la densité de l'éclairement incident en bougies-mètre et le coefficient d'absorption. Cette méthode, basée sur le principe de conservation est absolument exacte et l'erreur résultant de son application n'est attribuable qu'aux erreurs provenant des valeurs des constantes employées. On peut lui objecter seulement qu'on ignore si la répartition de l'éclairement sur les surfaces individuelles considérées est uniforme; mais malgré cette critique de peu d'importance pratique, elle peut permettre facilement à l'ingénieur s'occupant d'éclairage de résoudre les problèmes concernant l'éclairement de surfaces réfléchissantes, d'évaluer quantitativement l'effet d'interréflexion entre des surfaces et d'estimer les limites dans la distribution du flux lumineux entre des surfaces éclairées.

Un exemple montrera l'application du principe que la lumière totale émise par les lampes dans une pièce est égale à la lumière totale absorbée par les surfaces, qui, à son tour, est égale au produit de la surface intérieure totale par le coefficient d'absorption. Si la surface intérieure totale est de 1000 m^2 et l'éclairement incident moyen 1 bougie-mètre, alors le flux lumineux total incident sera de 1000 lumens. Si la surface absorbait totalement cette lumière, les lampes dans la pièce devraient fournir un flux de 1000 lumens; mais si nous supposons que la surface n'absorbe seulement que 40 pour 100, le flux total absorbé est 400 lumens. En conséquence, les lampes auront seulement à émettre 400 lumens pour maintenir



le flux total incident à 1000, la compensation étant fournie par le flux renvoyé par la surface intérieure. Dans ces conditions, il suffirait d'employer une lampe de 31,8 bougies moyennes sphériques.

A titre de renseignements, voici quelques nombres se rapportant à l'éclairage du plancher et du plafond dans le cas où les lampes fournissent 435 lumens :

	Lumens incidents.	Coefficient d'absorption.	Lumens absorbés.	Lumens réfléchis.	Lumens reçus par réflexion.	Lumens fournis par les lampes.
Plafond..	150	0,20	30	120	45	105
Plancher.	450	0,90	405	45	120	330
Total............			435			435

C. Chéneveau.

PYROMÉTRIE.

Récents progrès en pyrométrie (¹).

Thermomètre a gaz. — Holborn, à la Physikalisch-Technische Reichsanstalt au moyen d'un réservoir en iridium pur a pu étendre les mesures de température jusqu'à 1600° C. avec une erreur probable de 2° à 3° entre 300° et 1150° et de 10° entre 1150° et 1600°.

Day et Clément entourent le réservoir d'azote à la même pression que le gaz disposé à l'intérieur du réservoir; on évite ainsi les fuites par diffusion et la déformation du réservoir par la pression interne; on peut ainsi employer de plus grandes pressions.

Les réservoirs en porcelaine devront être rejetés parce qu'il est difficile de déterminer exactement leur coefficient de température et à cause de leur porosité.

Le Dr Harker, dans le dernier rapport du National Physical Laboratory, a proposé un réservoir en terres rares telles que celles employées dans la fabrication des lampes Nernst, ce qui permettrait d'atteindre des températures très élevées.

Thermomètre a résistance. — Les expériences du Dr Harker donnent les résultats de comparaisons faites entre les étalons à résistance et à soudure thermo et le thermomètre à azote jusqu'à 1000° C. Ces résultats vérifient entièrement l'emploi de la formule parabolique de Callendar jusqu'à 1000° C. et ces résultats ont été confirmés par Waidner et Burgess au Bureau of Standards de Washington sur des fils de platine de puretés différentes.

Dans la construction de ces thermomètres il y a lieu de signaler les perfectionnements dus : au Dr Haagn qui enroule le fil sur une baguette de quartz et le protège ensuite par un tube de quartz très mince fondu sur lui (dimensions : longueur 25 mm, diamètre 3 mm); à Northrup qui emploie la forme de spirale sans aucun support.

Le professeur Callendar a fait de ce thermomètre un appareil très sensible pour les études médicales et en Amérique « the Leeds and Northrup C° » a disposé le thermomètre avec un appareil à lecture directe (ratiomètre) ou un enregistreur.

Pyromètre thermo-électrique. — Les efforts des chercheurs se sont portés en ces derniers temps sur ces points principaux :

1° Accroître la pureté des métaux employés dans les couples thermo-électriques;

2° Produire des couples métalliques n'employant pas de platine, le grand accroissement du prix du platine entraînant la demande de couples moins coûteux;

3° Perfectionner les méthodes de mesure avec les couples thermo;

Pour le premier point, les lingots fournis par la maison Jonhson, Matthey et Cie de Londres se montrent parfaitement homogènes : un échantillon de platine rhodié à 10 pour 100 mesuré au National Physical Laboratory a donné : platine, 89,9; rhodium 8,98 sans aucun métal étranger. Il en est de même de la maison Heraus, de Hanau, qui est maintenant capable de reproduire l'étalon de pureté.

Il a été établi que l'hydrogène détériore le platine ainsi d'ailleurs que le fer qui produit un effet désastreux.

White a montré que la principale source d'erreur dans les éléments thermo-électriques était le défaut d'homogénéité. On a montré aussi que l'iridium se sublime un peu à 900° et beaucoup à 1200°, de sorte que ce métal se reportant du fil allié au fil en platine pur, la force électromotrice donnée par le couple est réduite.

Pour le deuxième point, Onnes et Clay emploient pour les basses températures des éléments or et argent qui sont deux fois plus sensibles que le couple fer-constantan. Le couple le plus satisfaisant pour les températures ne dépassant pas 700° C. est incontestablement le couple cuivre–constantan. M. Pécheux a proposé le couple cuivre-nickel pour des températures jusqu'à 900°.

On ne peut pour ces couples se fier à des formules paraboliques, et il est bon pour des recherches de précision de les graduer individuellement.

Pour des travaux précis, il faut maintenir la soudure froide à 0°.

Ainsi on a l'habitude de diviser par 2 la différence entre la température de la tête du thermomètre et 0° C. et d'ajouter cette quantité à la température obtenue à la soudure chaude, pourvu que cette correction ne dépasse pas 50°. MM. C. Offenhaus et Ernst N. Fischer ont montré que cette correction est inexacte; elle dépend des températures des soudures chaudes et froides et de la nature du couple. Ils indiquent que la température vraie, lorsqu'on part de l'aiguille du millivoltmètre au zéro, est égale à la lecture en millivolts plus le nombre de millivolts qui correspond à la température de la soudure froide.

Pour faire de bonnes mesures, on emploie un potentiomètre. Celui-ci doit réaliser les conditions suivantes : 1° si possible, les températures jusqu'à 1600° C. doivent être lues à 0°,1 près avec un couple platine–platine rhodié, 0°,1 C. correspondant à $\frac{1}{1000000}$ de volt; 2° les bobines du potentiomètre ne doivent être traversées par aucune fuite provenant des circuits extérieurs; 3° les manipulations doivent être simples pour permettre de suivre rapidement les variations de température.

On emploie avec les couples thermo des enregistreurs;

(¹) R.-S. Whipple, *Electrician*, t. LXV, 22 juillet 1910, p. 597. Extrait d'un Mémoire lu devant la Birmingham Metallurgical Society.



on a trouvé que l'emploi d'un fil de suspension en bronze phosphoreux réduit l'instabilité du zéro par rapport à la forme en bande dans le rapport de 1 à 3.

PYROMÈTRE A RADIATION. — L'auteur rappelle les lois de la radiation, la lunette pyrométrique et le télescope de Féry et de Twing, les pyromètres à absorption de Féry et Wanner, les premiers mesurant, d'après la loi de Stefan, la radiation totale et les seconds d'après la loi de la radiation monochromatique (Wien ou Planck), la radiation correspondant à une longueur d'onde déterminée. L'étalonnage de ces appareils se fait par comparaison avec la radiation émise par un corps noir; on a ainsi étudié la radiation du platine et du cuivre fondus, mais il est regrettable qu'on n'ait fait aucun travail fondamental sur le fer et l'acier.

Des essais récents ont été faits au National Physical Laboratory sur l'absorption des miroirs dorés de ces télescopes et l'on a trouvé qu'ils réfléchissent environ 96 pour 100 de la radiation totale qui tombe sur eux. Même ternis par une légère pellicule d'oxyde ils réfléchissent aussi bien parce que les grandes longueurs d'onde du spectre émis sont réfléchies sans difficulté.

ÉTALONNAGE. — La tendance actuelle est d'adopter les points de fusion de métaux purs, qui sont connus avec la plus grande exactitude, comme étalons de référence. L'auteur donne une liste des meilleurs points d'étalonnage et souhaite que les laboratoires d'étalonnage soient capables de fournir de petites quantités de métaux purs dont ils auront étudié avec soin le point de fusion. C. C.

DIVERS.

Sur une méthode exacte de mesure des vitesses de rotation (1).

Au moyen d'un commutateur tournant, un condensateur est alternativement chargé par une pile Leclanché et déchargé dans une bobine d'un galvanomètre différentiel du type Deprez-d'Arsonval. La déviation continue qui se produirait sous l'action des décharges se succédant rapidement est opposée et combattue par celle due à un courant continu provenant de la même pile et passant dans la seconde bobine du galvanomètre différentiel; sur le bobinage ordinaire on dispose à cet effet une simple couche de fil de manganin. Les deux enroulements sont réunis à la partie supérieure de la suspension de la bobine mobile; le courant continu passe par la partie inférieure de la suspension, le courant du condensateur circule dans une spirale supplémentaire formée par une bande de cuivre très mince.

Le courant continu passant dans la seconde bobine est réglé à l'aide d'une résistance variable, placée en série, jusqu'à ce que le galvanomètre reste au zéro.

Le quotient de l'intensité du courant continu à la valeur moyenne de l'intensité du courant variable sera une constante pour un instrument déterminé. Le courant continu a une intensité qui est égale à la différence de potentiel aux bornes de la pile, divisée par la résistance totale extérieure; la valeur moyenne du courant variable est égale au produit de cette même différence de potentiel par la capacité du condensateur et le nombre de décharges par seconde.

Si la capacité du condensateur peut être regardée comme constante, l'inverse de la résistance totale dans le circuit parcouru par le courant continu doit être proportionnel à la vitesse de rotation quand il n'y a aucune déviation du galvanomètre, puisque la différence de potentiel de la pile est ainsi éliminée.

La vitesse de rotation peut alors être calculée en divisant une constante (qui n'est autre en réalité que l'inverse de la constante dont on a parlé ci-dessus) par la résistance du circuit. C. C.

(1) E.-B. BROWN, *Electrician*, t. LXV, 24 juin 1910, p. 430.

Perfectionnements à la pile étalon Weston pour la rendre plus transportable (1).

On sait que, pour éviter le déplacement des constituants chimiques d'une pile étalon au cadmium, le National Physical Laboratory recommande de faire un étranglement dans les branches verticales de l'H et de faire cristalliser un peu de sulfate de cadmium pour former un tampon qui maintient les substances chimiques et, à cause de l'étranglement, ne peut glisser.

L'auteur a résolu le problème par l'emploi d'un diaphragme qui ne peut introduire dans la pile aucune matière étrangère ou ne peut la faire varier; qui n'accroît pas la résistance intérieure de la pile de manière appréciable; qui est assez fort pour tenir solidement en position et maintenir les produits chimiques lourds malgré de soudaines secousses.

Quand les branches de l'H ont été séparément remplies de leur amalgame, mercure et autres composés chimiques, on place de petits anneaux de bouchon entrant à frottement dur à l'intérieur des tubes de verre et possédant un trou central aussi grand que possible. D'autre part, on prépare de petits disques de toile écrue débarrassée de toute matière étrangère par lavage et trempage dans l'eau bouillante, ayant la même dimension que le diamètre extérieur de l'anneau. Ces disques sont alors cousus au fond des anneaux de bouchon de façon à former quelque chose d'analogue à une peau de tambour et à empêcher, ainsi placés à la surface de la couche de matière chimique, tout dérangement de celle-ci. Ils forment ainsi l'office de tampons et s'imprègnent assez de solution pour ne pas trop accroître la résistance intérieure.

Voici les résultats d'une comparaison entre ce nouveau modèle (Tinsley) et le modèle du National Physical Laboratory (N. P. L.).

Tinsley.			N. P. L.		
Nos de la pile.	Volts.	Résistance intérieure. ω	Nos de la pile.	Volts.	Résistance intérieure. ω
195	1,0185	700	77	1,0184	2600
196	1,0184	700	144	1,0183	1000
197	1,0184	800	147	1,0184	1200
198	1,0184	700	163	1,0184	1000
199	1,0184	800	177	1,0184	2200

(1) H. TINSLEY, *Electrician*, t. LXV, 15 juillet 1910, p. 568.



VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Ministère public contre X (¹).

(*Tribunal correctionnel de Toulouse*, 27 janvier 1910.)

Sommaire. — *Constitue une soustraction frauduleuse du courant électrique, c'est-à-dire le délit de vol prévu et puni par les articles* 379 *et* 401 *du Code pénal; le fait par l'abonné à forfait d'une société d'électricité, d'avoir installé, à l'insu de celle-ci, un dispositif lui permettant d'allumer, en même temps que deux lampes fixes, une lampe supplémentaire qui, régulièrement et d'après le contrat d'abonnement, n'aurait dû s'allumer qu'au moyen d'un commutateur provoquant l'extinction de la lampe fixe avec laquelle elle était conjuguée.*

Constitue le même délit le fait de l'abonné à forfait d'avoir installé une lampe clandestine raccordée sur les conducteurs destinés à fournir le courant électrique à l'installation prévue par le contrat, au moyen de conducteurs souples dissimulés dans le chambranle d'une fenêtre.

Vainement le prévenu soutiendrait-il qu'en pareil cas il y aurait simple violation du contrat ne pouvant constituer qu'un quasi-délit : 1° *parce que la Société n'aurait été privée d'aucune partie de son courant et qu'elle serait dans l'impossibilité de démontrer l'existence et l'étendue de son préjudice;* 2° *parce que l'abonné étant mis en possession du courant qui lui est livré et fourni par la Société, il ne pourrait y avoir eu soustraction, par ce motif qu'on ne peut soustraire une chose qu'on a en sa possession.*

En effet, en admettant que la Société eût disposé d'un excédent de courant resté inutilisé et même inutilisable, il n'en est pas moins certain que cet excédent restait toujours la propriété de la Société qui l'avait créé et dont elle pouvait tirer profit par l'augmentation du prix de l'abonnement, et qu'en la privant de ce profit l'abonné s'enrichissait par un supplément d'éclairage auquel son contrat ne lui donnait pas droit. D'autre part, l'abonné, devant être considéré comme n'étant en possession que du courant nécessaire à l'éclairage prévu au contrat, commettait une appréhension du courant à l'insu de la Société, lorsque, par un dispositif clandestin, il en dérivait une plus grande quantité.

NOTE.

On sait que, d'après une jurisprudence constante, l'abonné qui par un moyen clandestin s'approprie une certaine quantité du courant distribué par une société d'électricité sans en payer le prix, commet un vol, délit prévu et puni par les articles 379 et 401 du Code pénal. Le tribunal correctionnel et la Cour d'appel de Toulouse, notamment, ont rendu sur ce point toute une série de décisions des plus intéressantes, dont plusieurs ont été rapportées et commentées dans des circulaires contentieuses du Syndicat des Usines d'électricité (voir les *Circulaires* n°ˢ 11 et 21).

Rappelons qu'un jugement du tribunal correctionnel de Toulouse du 12 mai 1897 (voir *Circulaire* n° 11) a considéré comme devant être poursuivi et condamné pour vol l'abonné qui s'est approprié, au préjudice de la Société qui lui fournissait l'éclairage électrique, une quantité de courant plus considérable que celle à laquelle il avait droit en vertu de sa police d'abonnement, en provoquant par une manœuvre frauduleuse l'allumage simultané de deux lampes installées de telle façon que l'une n'aurait dû s'allumer que par l'extinction de l'autre. La Cour d'appel de Toulouse, par un arrêt du 24 juin 1898 (voir *Circulaire* n° 21), a adopté la même jurisprudence, à laquelle le jugement que nous rapportons aujourd'hui n'a fait que se conformer, puisque ce genre de fraude se trouve être précisément l'un des deux faits relevés par le tribunal correctionnel de Toulouse dans sa décision du 27 janvier 1910 et pour lesquels il a appliqué les pénalités prévues par les articles 379 et 401 du Code pénal.

L'arrêt de la Cour d'appel de Toulouse du 24 juin 1898, que nous venons de citer, a condamné également pour vol, l'abonné qui, à l'insu de la société électrique, avait remplacé les lampes fournies par elle pour un éclairage à forfait, par d'autres lampes d'une plus grande intensité.

Un autre jugement du Tribunal correctionnel de Toulouse du 12 mai 1898 (voir *Circulaire* n° 21) a décidé que le fait, par un abonné d'une société d'électricité dont la police a été résiliée, d'avoir rétabli le courant électrique qui lui avait été supprimé par suite de cette résiliation, et d'obtenir ainsi frauduleusement l'éclairage électrique, constitue l'appréhension frauduleuse de la chose d'autrui, délit prévu et puni par l'article 401 du Code pénal. Cette jurisprudence a été confirmée par un arrêt de la Cour de Toulouse du 3 juillet 1901 (*Gazette des Tribunaux*, 1901, 2ᵉ semestre, 2ᵉ partie, p. 446). Enfin un arrêt de la Cour de Toulouse du 7 juin 1901 a jugé que celui qui branche sur les câbles d'électricité deux fils destinés à éclairer son usine, et qui détourne ainsi à son profit l'électricité, commet la soustraction frauduleuse de la chose d'autrui punie par l'article 379 du Code pénal (Sirey, t. II, 1902, p. 185).

Comme on le voit, les juges correctionnels de Toulouse ont mis autant de zèle à condamner les fraudeurs que ceux-ci avaient mis d'ingéniosité à trouver le moyen de se faire éclairer sans payer.

Mais il existe d'autres décisions de tribunaux correctionnels prononçant des condamnations pour vol d'électricité.

Citons un jugement du Tribunal correctionnel de Troyes du 7 novembre 1893, qui a décidé que les peines du vol sont applicables à l'abonné ayant installé, sur le circuit des fils desservant son immeuble, une lampe supplémentaire non munie de compteur horaire, dont il a fait usage sans en prévenir la Compagnie d'éclairage électrique, de façon à consommer ainsi une certaine quantité d'électricité sans en payer le prix.

Ce jugement (voir *Circulaire* n° 11) pourrait revendiquer la paternité de la jurisprudence relative aux vols d'électricité, car il paraît être le premier rendu à cet égard.

Dans la *Circulaire du Syndicat* n° 21 nous relevons encore un jugement du Tribunal correctionnel de Bordeaux du 14 janvier 1898, aux termes duquel celui qui, sans avoir passé de traité avec la Société concessionnaire de l'éclairage électrique, a établi des fils électriques dans les appartements qu'il occupait au troisième étage d'une maison, en prenant le courant sur des fils conduisant l'électricité chez un abonné de la société, habitant le rez-de-chaussée de la même maison, et a usé ainsi de la lumière électrique pendant un certain temps sans en payer le prix, s'est rendu coupable du délit de soustraction frauduleuse et doit, par suite, être condamné pour vol.

Il est bien certain que le délit d'appréhension de la chose d'autrui n'est guère contestable lorsque le coupable, n'ayant passé aucune convention quelconque avec la société distribuant l'éclairage électrique, dérobe à celle-ci de l'électricité au moyen d'un branchement frauduleusement installé sur sa canalisation. Mais on a parfois prétendu refuser le caractère du délit de vol au fait de l'abonné à forfait prenant, soit à l'aide d'un dispositif plus ou moins ingé-

(¹) Les adhérents du Syndicat professionnel des Usines d'électricité ont reçu le texte de cet arrêt dans la *Circulaire* n° 95.

nieux, soit par le remplacement de lampes à forfait d'une intensité prévue par le contrat d'abonnement par des lampes d'une intensité supérieure et consommant davantage, plus de courant que n'en comportait le contrat. C'était précisément le cas, dans l'espèce, que nous rapportons aujourd'hui :

En effet, l'abonné condamné par le jugement du Tribunal correctionnel de Toulouse du 27 janvier 1910, s'était vu reprocher deux faits : d'abord, d'avoir « par un dispositif... obtenu ce résultat que la lampe supplémentaire éclairait en même temps que les deux lampes fixes »; et, en outre, d'avoir « installé dans une de ses chambres du troisième étage une lampe de 16 bougies raccordée sur les câbles destinés à lui fournir, à lui exclusivement, le courant électrique, au moyen d'un câble souple gris dissimulé dans le chambranle d'une fenêtre ». Or, quels étaient ses moyens de défense ? Il reconnaissait bien avoir violé le contrat intervenu entre lui et la société d'électricité, mais soutenait que cette violation, si elle pouvait constituer un quasi-délit, ne devait pas constituer le délit de vol qui lui était reproché : 1° parce que la société n'avait été privée d'aucune partie de son courant et qu'elle était dans l'impossibilité de démontrer l'existence et l'étendue de son préjudice; 2° parce que, l'abonné étant mis en possession du courant qui lui était livré et fourni par la société, il ne pouvait y avoir eu soustraction par ce motif qu'on ne peut soustraire une chose qu'on a en sa possession.

Laissons de côté le premier argument : il reviendrait à prétendre qu'il ne saurait y avoir de vol dans le fait de prendre une marchandise quelconque dans un magasin, sous prétexte que le marchand en aurait une quantité trop considérable, dont il ne saurait trouver l'écoulement complet ! Mais examinons le second, beaucoup plus spécieux. Sans doute l'abonné à forfait reçoit le courant fourni par la Société avec laquelle il a traité; mais, ainsi que le fait judicieusement observer le jugement du Tribunal correctionnel de Toulouse, il ne saurait être considéré comme n'étant en possession que du courant nécessaire à l'éclairage prévu au contrat et si, par un dispositif spécial, il en dérive une plus grande quantité, il y a vraiment appréhension de cet excédent qu'il n'aurait pas reçu sans l'établissement de ce dispositif, appréhension à l'insu ou contre le gré de la Société d'électricité à qui cet excédent appartenait et pour lequel elle aurait perçu un prix si elle l'avait régulièrement livré à l'abonné pour l'éclairage d'une ou de plusieurs lampes supplémentaires,

Donc, en matière d'éclairage à forfait, c'est l'usage du dispositif frauduleux servant à capter le courant à l'insu de son producteur qui constitue l'acte d'appréhension et, par conséquent, le délit de soustraction frauduleuse de courant électrique. Mais il n'y a pas que l'éclairage à forfait qui peut être susceptible de donner lieu à la fraude : l'abonné au compteur peut aussi s'approprier du courant à l'insu de la Compagnie d'éclairage électrique, sans en payer le prix, soit par des dispositifs empêchant l'électricité d'être enregistrée par le compteur, soit par des manœuvres ayant pour but de fausser les indications de ce dernier. Les tribunaux correctionnels ont également prononcé des condamnations pour vol contre des abonnés coupables de ce genre de fraude.

Citons notamment, à cet égard, un jugement du Tribunal correctionnel de la Seine du 9 juillet 1900 (Affaire Compagnie parisienne de l'air comprimé; *Gazette des Tribunaux*, 1900, 2e semestre, p. 189), aux termes duquel l'abonné d'une Compagnie d'électricité, qui, par l'introduction d'une tige d'acier, fausse le fonctionnement du compteur et s'approprie ainsi une certaine quantité d'électricité au préjudice de la Compagnie, commet le délit de vol.

Citons encore un arrêt de la Cour de Nancy, du 13 juillet 1904 (Affaire Fabius Henrion; Sirey, t. II, 1904, p. 304), qui décide qu'un abonné au compteur commet un vol lorsqu'il se sert, pour faire fonctionner des lampes, du courant transmis par l'usine électrique en l'empêchant de passer par le compteur, grâce à la réunion qu'il fait, au moyen de deux fils ajoutés subrepticement, des deux bornes saillantes de l'appareil.

En ce qui concerne les fraudes consistant à altérer le fonctionnement du compteur, il y a lieu d'observer que la question pourrait se poser de savoir s'il y a eu réellement vol ou délit de tromperie sur la quantité de marchandise livrée. Un arrêt de la Cour de Cassation du 16 février 1899 (Sirey, t. I, 1900, p. 471) a décidé, en matière de fraude relative à une fourniture d'eau, que l'enregistrement de l'eau consommée, exactement fait par le compteur au moment où elle a été appréhendée par le prévenu, donne à cette appréhension un caractère légitime qui ne peut être modifié par la manœuvre frauduleuse à laquelle le prévenu s'est postérieurement livré en vue de diminuer sa dette envers la Compagnie, mais que cette manœuvre (consistant à reculer les aiguilles du compteur), qui a faussé l'opération du mesurage et à l'aide de laquelle la Compagnie a été trompée sur la quantité d'eau qu'elle avait livrée, rentre dans les prévisions de l'article premier, n° 3, de la loi du 27 mars 1851, aux termes duquel sont punis des peines portées en l'article 423 du Code pénal ceux qui auront trompé ou tenté de tromper, sur la quantité des choses livrées, les personnes auxquelles ils vendent ou ils achètent, par des manœuvres ou procédés tendant à fausser l'opération du mesurage.

Cette distinction, au surplus, entre la qualification de vol et celle de tromperie sur la quantité de chose livrée, n'a qu'un intérêt purement théorique, puisque la Cour de Cassation a décidé, par son même arrêt du 16 février 1899, qu'il n'y a pas lieu d'annuler un arrêt, lorsque la condamnation qu'il contient est légalement justifiée par une disposition de la loi pénale autre que celle visée par les juges; en conséquence, la Cour de Cassation a rejeté le pourvoi de l'individu dont la fraude, consistant dans une altération des indications du compteur, avait été qualifiée à tort de vol.

Mais où l'erreur serait beaucoup plus grave, ce serait si le fait imputé à l'abonné, bien que qualifié de vol d'électricité, constituait simplement une infraction à son contrat d'abonnement, dépourvue de tout caractère pénal. Ce genre d'abus, purement civil, peut, en effet, se présenter.

Tel serait le cas, par exemple, de l'abonné à forfait transformant, à l'insu de l'entrepreneur de l'éclairage, une lampe fixe en lampe mobile; dans ce cas, le concessionnaire de l'éclairage pourrait, sans excéder ses droits, lui supprimer le courant électrique, après l'avoir d'ailleurs prévenu et mis en demeure par lettre recommandée (Cour d'appel de Limoges, 30 avril 1906; *Circulaire du Syndicat* n° 81); ou encore le cas de l'abonné au compteur qui, à l'insu et en absence de tout contrôle de la Société d'électricité, a greffé des branchements fixes ou mobiles sur sa propre installation dans le but d'alimenter des appareils montés dans un appartement voisin pour l'éclairage d'un tiers non abonné, alors d'ailleurs que l'électricité ainsi consommée se trouvait enregistrée par le compteur (Tribunal de Commerce de Nantes, 20 décembre 1905; Société nantaise d'éclairage et de force; *Circulaire du Syndicat des Usines d'électricité* n° 77).

Dans ces deux cas, l'infraction ne pouvait avoir le caractère pénal; dans le premier la consommation d'électricité, prévue par le contrat à forfait, restait la même, l'infraction, d'un caractère purement civil, consistant dans un changement apporté à l'installation malgré la défense portée par la police; dans le second cas, il s'agissait également d'une modification de l'installation, dont la Compagnie d'électricité aurait dû être prévenue, bien que le courant consommé par suite de l'installation des lampes supplémentaires fût enregistré par le compteur.

Mais il est certains cas où le caractère réel de l'infraction commise par l'abonné est particulièrement difficile à déterminer. Dans de tels cas le concessionnaire lésé par les agissements de l'abonné fera prudemment de ne ne pas engager à la légère des poursuites devant le Tribunal correctionnel; il s'exposerait, s'il n'obtenait pas la condamnation pour vol de l'abonné poursuivi, à se voir poursuivre à son tour en dommages-intérêts par cet abonné pour le préjudice qu'il lui a causé par son accusation irréfléchie.

Avant tout, le concessionnaire ne devra pas perdre de vue que, pour qu'il y ait vol, il faut qu'il y ait eu mauvaise foi de la part de l'abonné, le vol consistant essentiellement dans *la soustraction*



frauduleuse d'une chose qui ne vous appartient pas (Code pénal, art. 379). En conséquence, toutes les fois que l'abonné pourra tenter de justifier son acte par une interprétation d'une clause du contrat d'un sens plus ou moins douteux, le concessionnaire devra éviter de poursuivre pour vol, quand même cet acte aurait eu pour effet de provoquer une plus forte consommation de courant. Le fait même qu'il pourrait y avoir lieu à interprétation du contrat au point de vue de la quantité du courant que l'abonné aurait le droit de consommer suffirait, en effet, pour faire admettre la bonne foi de cet abonné et pour faire écarter, par suite, toute intention frauduleuse de sa part.

Avant de poursuivre pour vol les abonnés considérés par eux comme fraudeurs, les concessionnaires ou les sociétés d'électricité devront donc y regarder à deux fois, surtout lorsque l'infraction commise ne rentrera pas dans l'un des cas que la jurisprudence a nettement qualifiés de soustraction frauduleuse ou vol d'électricité.

Ch. SIREY.
Avocat à la Cour de Paris.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société électrique des Pyrénées.* Assemblée ordinaire le 27 octobre, 11 h matin, 8, rue Pillet-Will, Paris.

Compagnie d'électricité de Moulins. Assemblée ordinaire le 28 octobre, 8 h, Hôtel-de-Ville, à Moulins (Allier).

Société d'éclairage et d'Applications électriques d'Arras. Assemblée ordinaire le 10 novembre, 4 h, rue Dutilleux, à Arras (Pas-de-Calais).

Régionale d'énergie électrique de Loire et Rhône. Assemblée ordinaire le 27 octobre, 2 h 30 m, 40, cours du Midi, à Lyon (Rhône).

Société d'électricité de Saint-Germain-en-Laye. Assemblée ordinaire du 10 novembre, 5 h, 39, boulevard Malesherbes, à Paris.

Nouvelles Sociétés. — *Société hydro-électrique de Choranche-en-Vercors et de Bourg-de-Péage.* — Siège social : Bourg-de-Péage (Drôme). Durée 60 ans. Capital : 1 100 000 fr.

Société électrique du Sarladais. — Siège social à Paris, 43, rue Nicolo. Durée : 75 ans. Capital : 200 000 fr.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France (1). — N° 906. *Allemagne :* Industrie, agriculture et commerce de Hambourg. — Conseils pratiques aux négociants français.

N° 907. *Espagne :* L'industrie et le commerce à Barcelone.

N° 908. *Espagne :* L'exportation et l'importation dans la région de Valence.

Autriche-Hongrie : *Exposition internationale de nouveautés et inventions de l'industrie du fer et de constructions mécaniques.* — Une exposition internationale de nouveautés et inventions de l'industrie du fer et de constructions mécaniques aura lieu à Budapest de mai à juin 1911.

Pour tous renseignements, s'adresser au bureau de l'Exposition : Gyar-utcza 38, Budapest VI.

Échantillons des voyageurs de commerce — Le *Moniteur officiel du Commerce* a publié, dans son numéro du 13 octobre 1910, une note relative à la *franchise temporaire dont les échantillons de voyageurs de commerce bénéficient*, même si le commis-voyageur intéressé n'est pas personnellement présent à la visite de douane, à la condition toutefois qu'à ce moment on présente la patente.

Espagne : *Certificats d'origine consulaires exigés pour les importations de tous pays.* — Un ordre ministériel paru dans le *Gaceta de Madrid* dispose qu'en vue des circonstances sanitaires exceptionnelles et afin de pouvoir prendre les mesures de précaution nécessaires, les certificats d'origine consulaires seront exigés pour les marchandises de toute provenance importées dans les ports espagnols.

(1) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 9, rue d'Edimbourg.

Adjudication de charbons pour les chemins de fer de l'État belge. — Le 12 octobre 1910 il a été procédé, à la Bourse de Bruxelles, à l'adjudication publique de 110 lots de 4500 tonnes de menus, soit 495000 tonnes. Les charbons menus doivent être notamment : charbons menus pour foyers dits demi-gras, quart-gras ou maigres, propres à l'alimentation des locomotives de l'État.

Les résultats de l'adjudication sont les suivants :

	Charleroi.	
	Lots.	Francs.
Menus demi-gras (type IV).	2	à 12,40
	3	» 12,60
	15	» 12,70
	6	» 12,75
	26	» 12,80
	11 ½	» 12,85
	5	» 12,90 (1)
	18	» 12,95 (1)
	35	» 13 »
	10	» 13,10 (1)
	3	» 13,20 (1)
	22	» 13,25 (1)
	3	» 13,40 (1)
	4	» 13,44 (1)
	3	» 13,47 (1)
	11	» 13,49 (1)
	13 ½	» 13,50 (1)
	8	» 13,60 (1)
	2	» 13,61 (1)
	4	» 13,70 (1)
	3	» 13,79 (1)
	7 ½	» 14 »
	4	» 14,45 (1)
	4	» 14,50 (1)
	4	» 14,75 (1)
Menus maigres (type II).	1	» 10,35
	2	» 10,45
	3	» 10,70
	1 ½	» 10,75
	2	» 10,90
	3	» 10,95
	30 ½	» 11 »
	2	» 11,10
	1 ½	» 11,30
	½	» 11,50
Menus demi-gras (type III).	1	» 11,75
	1 ½	» 11,80
	13	» 12 »

(1) Soumissions étrangères.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique.

DATES.			CUIVRE « STANDARD ».			CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE.		
			£	sh	d	£	sh	d
11	octobre	1910.	56	3	9	58	10	»
12	»	».	56	13	3	58	10	»
13	»	».	56	12	6	58	10	»
14	»	».	57	5	»	58	12	6
17	»	».	57	5	»	58	15	»
18	»	».	57	11	3	59	»	»
19	»	».	57	5	»	59	»	»
20	»	».	56	13	9	59	»	»
21	»	».	56	7	6	59	2	6
24	»	».	57	6	3	59	5	»

Nota. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

COURS.

Cours du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Voici le programme des cours publics et gratuits pour l'année 1910-1911 :

Géométrie appliquée aux arts.. — *Les lundis et jeudis, à neuf heures un quart du soir.* — M. R. Bricard, professeur. Le cours ouvrira le jeudi 3 novembre.

Mécanique. — *Les mardis et vendredis, à huit heures du soir.* — M. Carlo Bourlet, professeur. Le cours ouvrira le vendredi 4 novembre.

Machines. — *Les lundis et jeudis, à neuf heures un quart du soir.* — M. E. Sauvage, professeur. Le cours ouvrira le jeudi 3 novembre.

Physique appliquée aux arts. — *Les lundis et jeudis, à huit heures du soir.* — M. J. Violle, professeur. Le cours ouvrira le jeudi 3 novembre. — Électricité et magnétisme.

Électricité industrielle. — *Les mercredis et samedis, à huit heures du soir.* — M. Marcel Deprez, professeur. Le cours ouvrira le samedi 5 novembre.

Métallurgie et travail des métaux. — *Les mercredis et samedis, à neuf heures un quart du soir.* — M. Léon Guillet, professeur. Le cours ouvrira le samedi 5 novembre. — Métallurgie proprement dite.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — *Les mercredis et samedis, à neuf heures un quart du soir.* — M. Job, professeur. Le cours ouvrira le samedi 5 novembre.

Chimie industrielle. — *Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir.* — M. E. Fleurent, professeur. Le cours ouvrira le vendredi 4 novembre.

Constructions civiles. — *Les lundis et jeudis, à neuf heures un quart du soir.* — M. J. Pillet, professeur. Le cours ouvrira le jeudi 3 novembre.

Art appliqué aux métiers. — *Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir.* — M. L. Magne, professeur. Le cours ouvrira le vendredi 4 novembre. — Considérations générales sur l'enseignement de l'Art. Principes de composition. Décor des objets dans l'espace et décor des surfaces. Application de l'Art au travail des métaux.

Économie politique et législation industrielle. — *Les mardis et vendredis, à huit heures du soir.* — M. E. Levasseur, professeur. — M. A. Deschamps, suppléant. Le cours ouvrira le vendredi 4 novembre. — Production et répartition des richesses.

Économie industrielle et statistique. — *Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir.* — M. André Liesse, professeur. Le cours ouvrira le vendredi 4 novembre. — Circulation des richesses.

Assurance et prévoyance sociales. — *Les mardis et vendredis, à huit heures du soir.* — M. Léopold Mabilleau, professeur. Le cours ouvrira le vendredi 4 novembre. — L'assistance sociale.

Économie sociale. — *Les samedis, à neuf heures un quart du soir.* — M. P. Beauregard, chargé de cours. Le cours ouvrira le samedi 5 novembre.

Associations ouvrières. (Chaire fondée et subventionnée par la ville de Paris). — *Les mercredis et samedis, à huit heures du soir.* — M. E. Fournière, professeur. Le cours ouvrira le samedi 5 novembre. — Les Syndicats ouvriers.

Droit commercial. — *Les mercredis, à neuf heures un quart du soir.* — M. E. Alglave, chargé de cours. Le cours ouvrira le mercredi 9 novembre.

Hygiène industrielle. — *Les samedis, à huit heures du soir.* — M. le Dr F. Heim, chargé de cours. Le cours ouvrira le samedi 5 novembre.

INFORMATIONS DIVERSES.

Éclairage. — L'éclairage par lumière Moore a Paris. — Il y a quelques mois, en relatant les perfectionnements apportés récemment à l'éclairage par tubes Moore luminescents, nous disions qu'une installation d'éclairage de ce genre ne tarderait pas à être réalisée à Paris. Une telle installation existe depuis plus d'un mois aux Galeries Lafayette. L'effet obtenu par ce mode d'éclairage est très remarquable.

Tome XIV. **N° 165. — 15 novembre 1910.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

On sait combien il est difficile de maintenir dans des limites de température acceptables les enroulements des moteurs employés dans les filatures, les tissages, les mines, la métallurgie, etc., qui, fonctionnant dans une atmosphère poussiéreuse, doivent être revêtus d'une enveloppe entièrement fermée. La même difficulté se rencontre dans les machines génératrices commandées par des turbines, lesquelles, en raison de la valeur élevée de leur vitesse angulaire, ont des dimensions insuffisantes pour permettre le passage direct dans l'air de la chaleur engendrée dans ces machines par effet Joule, courants de Foucault, etc.

Aussi, depuis quelques années, le problème du **refroidissement artificiel** des machines électriques, tant motrices que génératrices, est-il l'une des préoccupations les plus importantes des ingénieurs constructeurs. La solution généralement adoptée consiste dans l'emploi de canaux de ventilation ménagés dans les parties de la machine qu'il convient de refroidir et qui sont parcourus par un courant d'air provoqué, soit directement par le mouvement même de la machine, soit indirectement au moyen d'un ventilateur. Cette solution, très satisfaisante lorsque l'air destiné au refroidissement peut être puisé dans le voisinage immédiat de la machine, est malheureusement d'une application coûteuse lorsque l'atmosphère ambiante est poussiéreuse ou humide : il faut alors ou bien établir des conduites d'amenée puisant l'air au dehors de la salle, ou bien se servir constamment du même air enfermé dans l'enveloppe de la machine en lui faisant décrire un circuit fermé sur le trajet duquel se trouve un dispositif de refroidissement; le premier procédé est souvent difficile à réaliser dans les bâtiments anciens dont l'installation n'a pas été prévue pour l'installation des conduites d'amenée d'air; quant au second, son efficacité est liée à celle du dispositif de refroidissement employé pour abaisser la température du courant gazeux qui a traversé les canaux de ventilation.

Comme dispositif de refroidissement, plusieurs constructeurs ont utilisé des carcasses munies d'ailettes, qui augmentent la surface de contact de la machine et de l'air extérieur. Mais ces ailettes n'ont d'efficacité que si elles sont nombreuses et de grandes dimensions, ce qui augmente l'encombrement et rend plus coûteuse la confection des carcasses.

Pour ces raisons, M. P. Amsler, ingénieur en chef à la Compagnie Brown, Boveri et Cie, leur a substitué un refroidisseur par circulation d'eau : l'air qui a traversé la machine traverse ensuite une boîte contenant des tubes de cuivre où circule de l'eau froide et, ainsi refroidi, retourne rafraîchir les enroulements. Les essais faits avec ce dispositif et qui sont relatés dans l'article de M. Amsler publié page 326, montrent qu'on peut alors faire fonctionner d'une manière continue un moteur hermétiquement clos à la puissance maxima pour laquelle il a été prévu pour une marche continue sans enveloppe. Aussi M. Amsler pense-t-il que son dispositif est destiné à rendre des services non seulement dans le cas des moteurs,

mais encore dans le cas des machines génératrices de grande puissance et mues par des turbines dans lesquelles la chaleur dégagée est, rapportée à l'unité de masse, très considérable.

*
* *

Dans un article publié dans ces colonnes il y a plus de quatre ans (1), M. Jacques Guillaume faisait ressortir la grande souplesse de production des chaudières Grille et citait à l'appui de ses assertions les résultats d'essais effectués en 1905 à Toulon sur deux chaudières de ce type. D'après ces essais, il est en effet possible de faire passer le poids de combustible brûlé par mètre carré de grille et par heure de 100 kg à 350 kg sans trop diminuer le rendement thermique de la chaudière, puisque le poids d'eau vaporisée (portée de 25° à la température correspondant à 16 kg : cm² de pression), qui est de 9,569 kg dans le premier cas, est encore de 8,116 kg dans le second. D'autres essais faits par M. Hart et relatés par celui-ci dans une communication au Congrès des Mines, Métallurgie et Mécanique, tenu à Liége en 1905 (2), confirment d'ailleurs cette élasticité remarquable de production.

C'est en raison de cette qualité, indispensable pour les chaudières des torpilleurs et qui offre pour les chaudières de stations centrales électriques le grand avantage de permettre de passer les pointes sans augmenter le nombre des chaudières en service, que les chaudières Grille ont été adoptées par la Compagnie Thomson-Houston dans les magnifiques ateliers qu'elle a fait construire dans les environs de Lille. Ainsi qu'on le verra par la description qu'en donne (p. 330) M. Pausert, la **plate-forme d'essai des turbines** de ces ateliers est alimentée en vapeur par quatre chaudières donnant chacune 2500 kg de vapeur par heure en allure normale et pouvant fournir un poids de vapeur d'au moins 5000 kg en allure forcée.

*
* *

Le détartrage des tubes de chaudières est une opération délicate, qui demande beaucoup d'attention de la part de l'ouvrier qui y procède pour ne pas détériorer les tubes, soit par martelage, dans le cas des détartreurs à marteaux; soit par coupure, dans le cas des détartreurs à molettes. Dans l'article publié page 338, M. Blouin, après avoir fait ressortir l'importance de ces inconvénients, décrit le détartreur Nirascou, qui permet de les éviter.

Dans cet appareil, la disposition des molettes est en effet telle que les forces réactives qui résultent de son fonctionnement ont pour effet de centrer automatiquement la tête du détartreur par rapport au tube. Il s'ensuit que les molettes portent sur le tube suivant leurs génératrices et, non seulement, ne peuvent dès lors couper le tube, mais encore donnent à la surface interne du tube un poli qui empêche pendant longtemps la formation de dépôts adhérents dans un tube nettoyé. De plus, la tête du détartreur est arrangée de façon qu'il est facile de l'introduire dans les tubes dont l'ouverture est rétrécie, comme cela se rencontre dans quelques types de chaudières modernes. Enfin, le dispositif de commande électrique est agencé de manière à permettre le détartrage des tubes légèrement cintrés, aussi bien que celui des tubes droits.

*
* *

Parmi les articles relatifs aux applications de l'électricité à la Chimie et à la Métallurgie qui sont publiés pages 351 à 356, nous retiendrons tout spécialement le premier qui nous permet de signaler un nouveau procédé de **stérilisation de l'eau**, basé sur la propriété que possèdent les rayons ultraviolets de détruire les germes organisés.

Déjà, en rendant compte de la dernière exposition de la Société de Physique, M. Armagnat (1) signalait la lampe de la Westinghouse Cooper Hewitt Co pour la stérilisation de l'eau. C'est cette lampe, ou plus exactement un modèle modifié en vue de rendre plus efficace l'action des rayons ultraviolets, qui a été essayée récemment dans un concours organisé par la municipalité de Marseille.

Le volume d'eau traité journellement était de plus de 600 m³, et alors que le nombre de bacilles *coli* qu'elle renfermait avant son entrée dans l'appareil variait de 100 à 1000 par litre, il n'y avait plus trace de ces bacilles à la sortie. Cette stérilisation parfaite était obtenue avec une dépense de 2,6 kilowatts-heure par 100 m³. La dépense est plus élevée qu'avec la stérilisation par l'ozone qui, d'après ce qui est dit page 351, n'est que de 1,26 kilowatt-heure par 100 m³. Mais il semble que les frais de premier établissement doivent être moins importants avec le premier procédé qu'avec le second, en raison de la plus grande simplicité des installations. Il y a donc lieu d'espérer que les stations centrales électriques trouveront bientôt un débouché dans la stérilisation de l'eau d'alimentation des grandes villes. J. Blondin.

(1) J. Guillaume, *La chaudière Grille à tuyères Solignac* (*La Revue électrique*, t. V, 28 février 1906, p. 104).

(2) G. Hart, *Sur la chaudière Solignac-Grille* (*La Revue électrique*, t. V, 28 février 1906, p. 108).

(1) *La Revue électrique*, t. XIII, 15 mai 1910, p. 344.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Vingt et unième Bulletin bimensuel de 1910.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.
Téléphone : 507-59.

Vingt et unième Bulletin bimensuel de 1910.

Service de placement.

Nous attirons l'attention sur notre *service de placement* organisé depuis plusieurs années au Secrétariat et qui prend chaque jour une extension plus grande.

MM. les industriels adhérents au Syndicat ont donc intérêt à nous signaler les emplois vacants, afin que nous leur facilitions la recherche du personnel qui leur est nécessaire.

MM. les ingénieurs, employés, contremaîtres et ouvriers à la recherche d'une situation trouveront, de leur côté, plus facilement un emploi en se faisant inscrire. Cette inscription se fait gratuitement sur présentation de références sérieuses.

Renseignements techniques et administratifs.

Nous attirons l'attention de MM. les adhérents sur l'intérêt qu'ils ont à faire connaître les appareils nouveaux ou les applications nouvelles qu'ils réalisent. En adressant au Secrétariat les renseignements utiles, mention pourrait en être faite dans *La Revue électrique*.

Nous rappelons également qu'il est fait mention dans *La Revue électrique* de tout ouvrage nouveau dont deux exemplaires sont envoyés au Secrétariat.

Nous rappelons, en outre, que M. le Secrétaire général est à la disposition de MM. les membres du Syndicat pour tous renseignements dont ils auraient besoin.

Bibliothèque.

Nous rappelons à MM. les membres du Syndicat que la bibliothèque installée au siège social est à leur disposition.

Ils y trouveront les principales revues scientifiques françaises et étrangères, les bulletins des chambres de de commerce françaises à l'étranger, les journaux officiels, les bulletins d'Associations diverses ainsi que de nombreux documents et ouvrages intéressant l'industrie électrique.

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, p. 359. — Japon : Publication d'un Rapport de notre Attaché commercial pour l'Extrême-Orient, sur le Japon, p. 359. — Russie : Adjudication des travaux d'ins-



tallation d'une usine électrique, p. 359. — Tableau des cours de cuivre, p. 359.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

VINGT ET UNIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 25 octobre 1910.

Présents : MM. Brylinski, président; Eschwège, vice-président; Fontaine, secrétaire général; Chaussenot, secrétaire adjoint; Beauvois-Devaux, trésorier; Bizet, Javal, Sée, de Tavernier, Tainturier.

Absents excusés : MM. Cordier, vice-président; Azaria et Mondon.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

CORRESPONDANCE ET TRAVAUX INTÉRIEURS. — Il est rendu compte de la correspondance tant relative au contentieux, frais de contrôle, vols d'électricité, difficultés avec les abonnés, distribution d'énergie électrique, concurrence, permissions de voirie qu'à des questions de statistique des usines électriques du département de la Seine, chauffage électrique, repos hebdomadaire, etc.

Le service du placement indique 29 demandes d'emplois, 82 offres et 19 placements indiqués comme réalisés dans le courant de l'année, indépendamment de ceux dont le Syndicat n'a pas été officiellement informé.

ADMISSIONS. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des adhésions et proposer les admissions. (*Voir* cette liste dans *La Revue électrique.*)

DOCUMENT OFFICIEL. —M. Aubrun, ingénieur ordinaire des Mines, est nommé secrétaire adjoint rapporteur de la Commission des distributions d'énergie électrique en remplacement de M. Jouguet. (*Journal officiel* du 15 octobre 1910.)

PROJET DE LOI SUR L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL. — Il est donné connaissance de la lettre-circulaire du 21 octobre 1910 de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Étant donnée l'urgence de cette question, la Chambre syndicale prie MM. les présidents de la Commission technique et de la Commission d'exploitation administrative et commerciale de vouloir bien faire établir dans le plus bref délai un rapport qui servira de base pour répondre aux questions et fournir des documents à l'enquête demandée.

CANALISATIONS ÉLECTRIQUES ET AÉOROPLANES. — MM. Eschwège et Sée attirent l'attention de la Chambre syndicale sur l'intérêt que présente cette question relativement au déplacement éventuel des canalisations et à la protection des canalisations contre les dégâts pouvant être causés par le vol des aéroplanes; à qui incombe la modification des canalisations ? M. Eschwège indique un cas de ce genre qui se présenterait éventuellement très prochainement. La Chambre syndicale demande au Secrétariat de mettre le Comité consultatif à même de fournir son appui éclairé dans cette occasion.

Divers membres de la Chambre syndicale font remarquer qu'auprès des Pouvoirs publics et dans les Commissions compétentes, cette question est envisagée à des points de vue tout à fait contradictoires.

DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ. LETTRE DE LA CHAMBRE SYNDICALE DES ÉLECTRICIENS BELGES. — Il est donné connaissance de cette lettre qui vise principalement les agissements et l'industrie d'une nation orientale voisine de la Belgique.

UNIFICATION DES PAS DE VIS. — Lors des dernières réunions convoquées par la Société technique de l'Industrie du Gaz, il a été convenu que la question devait être d'abord généralisée en France, de manière à présenter, au point de vue de l'internationalisation, un système déjà adopté généralement dans un pays montrant que l'unification est possible. Les difficultés pour l'unification internationale viennent des Allemands, des Suisses et des Anglais.

TÉLÉPHONE. — La Direction des Services téléphoniques de Paris a informé le Secrétariat que, vers la fin de l'année 1911, le numéro téléphonique du siège social deviendrait 2037-43. L'Administration nous fait espérer dans ces conditions un service bien meilleur. Nous serons prévenus à temps pour prendre, au point de vue des imprimés du Syndicat, toutes les mesures nécessaires.

CONGRÈS DES CHAMBRES SYNDICALES. — Il est rendu compte des travaux de ce Congrès auquel M. Fontaine avait été délégué et M. Legouez a été élu comme vice-président.

BANQUET DE LA SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉLÈVES DES ÉCOLES D'ARTS ET MÉTIERS. — M. Eschwège rend compte de ce banquet auquel il a assisté.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — M. le Président remet aux membres présents les documents suivants émanant de cette Union :

N° 450. Circulaire du Ministre du Travail en date du 18 juin 1910, relative à la loi sur le payement des salaires.

N° 451. Questions sociales et ouvrières, revue du mois.

N° 452. Jurisprudence.

N° 453. Patentes des établissements métallurgiques fournisseurs de l'État ou des entrepreneurs de travaux publics.

N° 454. Tarif douanier du Japon.

N° 455. Travail de nuit des femmes. Décret du 13 septembre 1910, portant promulgation de la convention internationale sur l'interdiction du travail de nuit des femmes employées dans l'industrie, signée à Berne le 26 septembre 1905.

N° 456. Suppression des économats et cantines.

N° 457. Projet de loi tendant à réduire à 10 heures la durée normale du travail des ouvriers adultes dans les établissements industriels.

FÉDÉRATION DES INDUSTRIELS ET DES COMMERÇANTS FRANÇAIS. — La liste des questions à l'étude est contenue



dans le *Bulletin* d'octobre et comprend notamment la responsabilité des communes en cas d'émeutes, les retraites ouvrières, le projet de loi sur le contrat collectif du travail, la journée de 10 heures, le repos hebdomadaire dans les magasins et bureaux, la déclaration de M. le Président du Conseil au sujet des responsabilités civiles en cas de dommages causés par les émeutes.

COURS D'ÉLECTRICITÉ. — Il est donné connaissance de la liste des cours de l'Association philotechnique, section pour électriciens.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Secrétaire général dépose sur le bureau de la Chambre syndicale l'ouvrage de M. de Valbreuze intitulé : « Notions générales sur la télégraphie sans fil et la téléphonie sans fil », dont un compte rendu bibliographique paraîtra dans *La Revue électrique*.

M. le Secrétaire dépose également l'*Annuaire* 1910 de l'Association amicale des élèves et anciens élèves de l'Ecole spéciale des travaux publics.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 octobre 1910.

Membre actif.

M.

ROSENBAUM (Paul), Ingénieur électricien, 43, rue Sigisbert-Adam, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Membre correspondant.

M.

SÉBILLOTTE (Lucien), Ingénieur électricien, Tréfileries du Havre, 51, rue Voltaire, Le Havre (Seine-Inférieure), présenté par MM. Sauveau et E. Fontaine.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (tome VII).

8° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1902 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

9° Décrets portant règlements d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895; secours à donner aux personnes foudroyées (*courant continu*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895; secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (*courant continu*).

14° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (*courants alternatifs*).

15° Rapport de la Commission des compteurs présenté au nom de cette Commission par M. Rocher au Congrès du Syndicat le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française; par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française; par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Deuxième rapport présenté par M. Morlot sur le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, au nom de la Commission générale, départementale et communale des Cultes et de la Décentralisation.

22° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

23° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

24° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

25° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

26° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage à la Sous-Commission du régime futur de l'électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

27° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la Maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'électricité à Paris.

28° Rejet par le Sénat de la Régie du gaz à Paris (séances des 21 et 23 février 1905).

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MACHINES ÉLECTRIQUES.

Nouvelle disposition de refroidissement des machines électriques entièrement fermées.

Certaines installations exigent que les machines électriques soient hermétiquement fermées. Beaucoup de maisons de construction emploient dans ce but une machine normale qu'on ferme au moyen de couvercles appropriés. La puissance que ces machines sont capables de produire dans ces conditions n'est alors que de 35 à 40 pour 100 de celle qu'elles pourraient produire en disposition ouverte, car la surface de refroidissement n'est pas suffisante pour évacuer les calories dues aux pertes. Pour obtenir la surface nécessaire, il faut employer une machine plus grande et, eu égard à la puissance à développer, le poids et le prix de la machine sont alors très élevés.

Pour arriver à des conditions plus favorables, certains constructeurs font des types spéciaux avec des bâtis à nervures. L'expérience a cependant montré que des machines de ce genre ne peuvent pas non plus être utilisées en plein comme des machines ouvertes. De plus, les carcasses, par suite des nervures, ne sont plus aussi simples et leur prix en est plus élevé, et comme la vente de ce genre de machines est relativement restreinte, il n'est pas économique d'en avoir de grandes quantités en magasin. Pour cette raison, on recherchera, partout où des machines hermétiquement fermées doivent être employées, à réaliser dans la mesure du possible une ventilation au moyen de canaux d'air convenables. Ce type, qu'on peut appeler type à *courant d'air* (voir *fig.* 1), comporte à l'intérieur, calé sur l'arbre du rotor, un ventilateur qui aspire l'air frais dans un canal d'amenée et le chasse à travers la machine dans un canal d'évacuation. Ces machines peuvent donner leur pleine puissance comme des machines ouvertes à la condition que les canaux ne soient ni trop longs ni trop étroits, auquel cas il faudrait prévoir un ventilateur spécial dans ces canaux eux-mêmes.

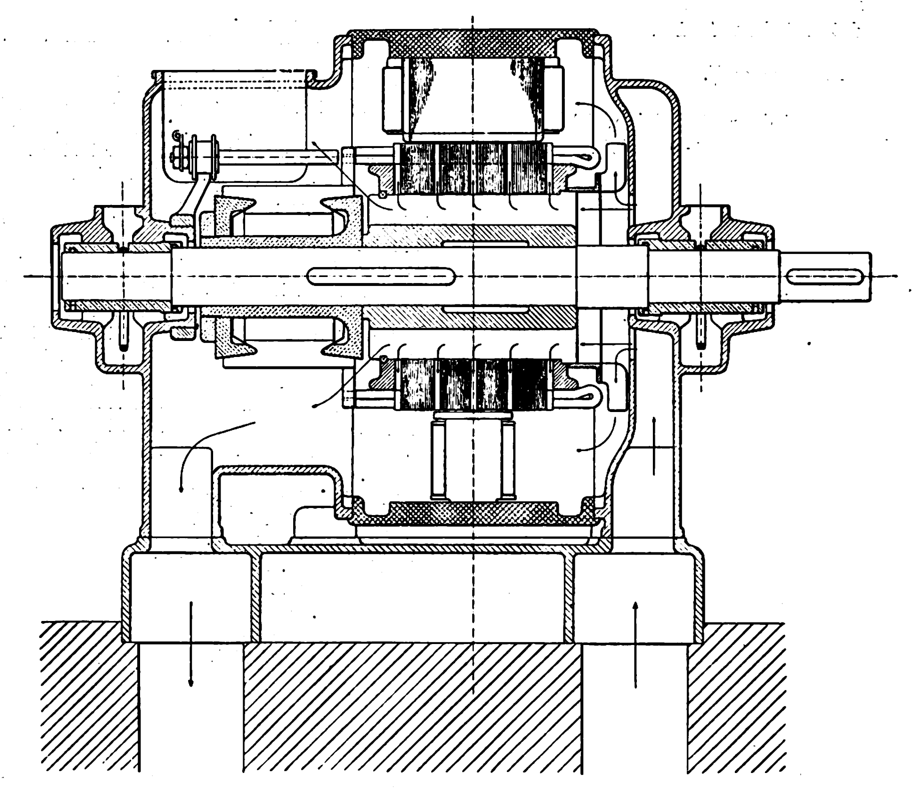


Fig. 1. — Schéma d'une machine à refroidissement par courant d'air.

L'installation de tels canaux d'aération est assez compliquée et coûteuse et ne peut, en général, être prévue

commodément que dans des bâtiments neufs; pour les vieilles installations, on en restera à l'emploi des machines avec carcasses à nervures.

Pour supprimer tous ces inconvénients, l'auteur a envisagé une disposition spéciale de refroidissement. A cet effet on construit la machine comme il est dit plus haut pour le type à *courant d'air*, mais la plaque de base de cette machine est disposée en réfrigérant d'air; cette plaque peut être exécutée en principe avec des nervures de refroidissement ou bien, comme il est visible figures 2 et 3,

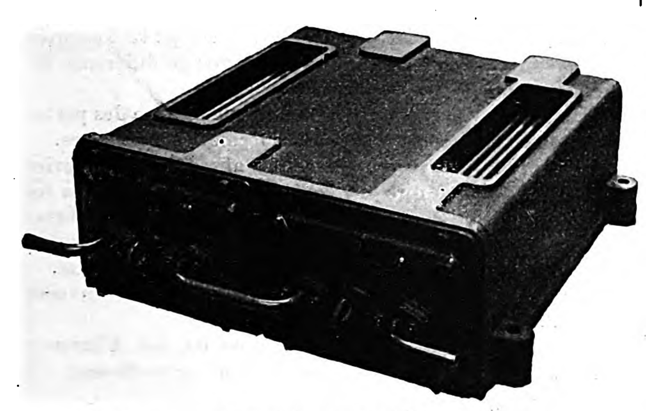


Fig. 2. — Refroidisseurs à circulation d'eau système Amsler.

elle peut recevoir des refroidisseurs spéciaux à circulation d'eau. La plaque de base est reliée à la machine au moyen de manches à air fixées à la carcasse des paliers et le tout est hermétiquement fermé, comme le montre la figure 4.

Un ventilateur placé sur l'arbre à l'intérieur de la machine met l'air enfermé dans celle-ci en *circulation* constante à travers la machine même et le dispositif de refroidissement. Dans ce type, qu'on peut appeler type à *circulation interne*, on augmente, par conséquent, la surface capable d'abandonner la chaleur et, grâce à l'emploi éventuel d'eau de refroidissement, on peut augmenter aussi la chute de température.

Toute condensation se fera uniquement dans la plaque de refroidissement et non pas dans la machine, si bien qu'il ne peut en résulter d'inconvénients pour l'isolement.

La machine de la figure 4 peut également être exécutée sans la plaque de fondation, comme machine fermée ventilée et protégée contre les gouttes d'eau. Dans ce cas, la ventilation se fera au moyen d'air frais par les ouvertures inférieures des carcasses des paliers au lieu des manches à air. Cette machine peut donner la même puissance qu'en exécution ouverte. Enfin, en fermant complètement ces ouvertures, on peut réaliser une fermeture hermétique, par exemple pour des moteurs à fonctionnement intermittent.

Par conséquent, le même type de machine peut servir sans modification pour quatre exécutions différentes :

1° Type fermé, ventilé et protégé contre les gouttes d'eau;
2° Type à courant d'air;
3° Type à circulation interne;
4° Type hermétiquement fermé sans plaque spéciale pour fonctionnement intermittent.

De cette façon, l'étendue d'applications de ce type de machine est devenue notablement plus grande, de sorte qu'il est possible de réaliser une fabrication en série très rationnelle. On peut construire en stock les machines entièrement terminées, sans plaques, et celles-ci de même que les manches à air pourront être faites suivant les besoins en peu de temps.

Essais avec une disposition de refroidissement. — Pour ces essais, on a employé un moteur à courant continu hermétiquement fermé qui se trouvait en fabrication et destiné à un service de treuil; ce moteur a donné 35 chevaux en service intermittent à 800 t : min. sous 440 volts.

La disposition de refroidissement employée est représentée figures 2 et 3 et fut construite spécialement pour ces essais; elle fut prévue d'avance très large et elle avait été subdivisée en deux éléments afin de pouvoir réduire la surface de refroidissement à la moitié ou éventuellement au quart.

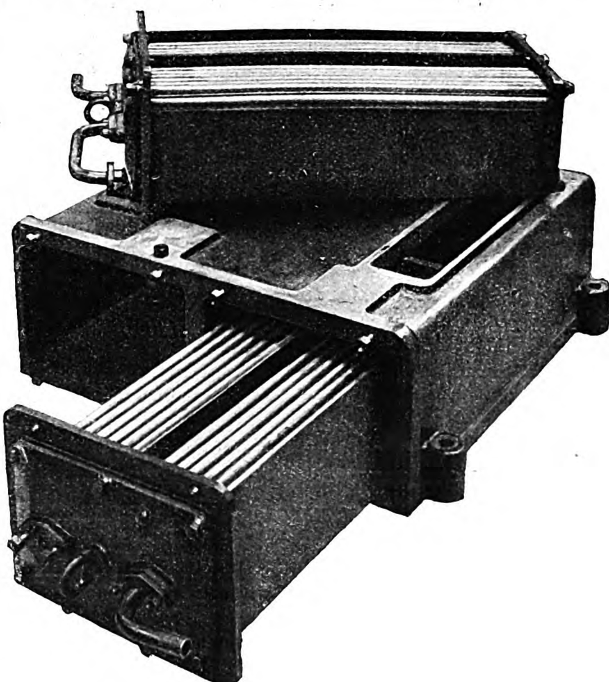


Fig. 3. — Éléments d'un refroidisseur Amsler.

Les deux éléments peuvent être introduits comme des tiroirs dans l'intérieur de la plaque (voir *fig.* 3).

Chaque élément se compose de 128 tubes en laiton très mince de 15 mm de diamètre extérieur et 660 mm de longueur. Ces tubes sont sertis aux deux extrémités dans des plaques de fer de 10 mm d'épaisseur. Ces plaques sont recouvertes chacune d'un couvercle en fonte creux; celui de devant comporte une nervure médiane, en sorte que l'eau circule à travers la première moitié des tubes vers l'arrière et revient en avant par la deuxième moitié des tubes. L'eau de circulation fut prise à une canalisation existante et l'écoulement se faisait librement, donc sans pression dans les tubes.

En enlevant les couvercles, on peut nettoyer très faci-

lement les tubes. La construction d'ensemble du moteur et de la disposition de refroidissement est visible figure 4. Les manches à air reliant la machine avec la plaque furent exécutées provisoirement. Pour bien mettre en évidence l'influence de la disposition de refroidissement, on a

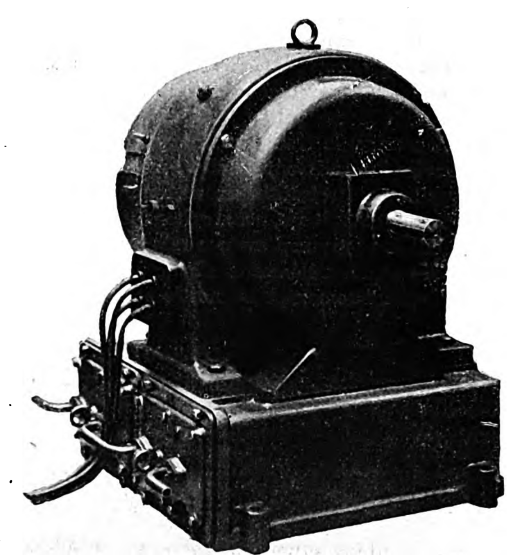


Fig. 4. — Vue d'une machine munie du dispositif de refroidissement Amsler.

essayé ce moteur dans les différentes conditions suivantes : ventilé et fermé, avec et sans réfrigérant, et chaque fois la puissance maxima fut mesurée pour les limites d'échauffement permises d'après les prescriptions de l'Union des électriciens allemands (Verband Deutscher Elektrotechniker).

Les excès d'échauffement des bobines de stator furent mesurés par augmentation de leurs résistances et furent maintenus à 60° pendant l'essai par une charge convenable.

Les mesures de température de l'induit faites à la fin de chaque essai sont toujours restées dans les limites permises. La comparaison des résultats de ces essais montre qu'avec la disposition hermétiquement fermée la puissance permanente maxima est d'environ 40 pour 100 de celle de la disposition fermée et ventilée et aussi de la disposition ouverte. Par contre, en employant un seul élément refroidisseur de 4 m² de surface avec 1,3 litre par minute d'eau à 6°,5 C, on obtient la pleine puissance que cette machine peut donner avec la disposition fermée et ventilée. Par conséquent, le refroidisseur représenté par les figures 2 et 3 est deux fois trop grand pour cette puissance.

Au moyen d'un essai avec un seul élément de refroidissement, on peut déterminer le coefficient K de l'échange de chaleur du refroidisseur. La quantité de chaleur enlevée par l'eau en une heure est :

$$1,31 \times 60 \times 16°,5 = 1290 \text{ calories.}$$

Température moyenne de l'air :

$$\frac{30 + 47}{2} = 38°,5 \text{ C.}$$

Température moyenne de l'eau :

$$\frac{6,5 + 23}{2} = \text{env. } 14°,5 \text{ C.}$$

Par conséquent, la différence de température moyenne est de 24° C (entre l'air et le réfrigérant) ; il en résulte pour le refroidisseur le coefficient :

$$K = \frac{1290}{4 \text{ m}^2 \times 24°} = 13,5 ;$$

c'est-à-dire que le refroidisseur enlève environ 13,5 calories par heure, par mètre carré et par degré de différence de température.

Les pertes totales (déterminées par la mesure des pertes élémentaires) = 2600 watts = 2250 calories par heure.

Le dispositif de refroidissement a absorbé 1290 calories par heure, c'est-à-dire environ 58 pour 100 de toutes les pertes. Par conséquent, la machine a abandonné directement à l'air ambiant par rayonnement une quantité de chaleur de 2250 — 1290 = 960 calories par heure.

La surface de la machine avec ses plaques est d'environ 3,7 m².

La différence de température moyenne est d'environ 19° C. Il en résulte, par conséquent, comme coefficient :

$$\frac{960}{3,7 \times 19} = 13,7 \text{ calories : heure : m}^2 : \text{C}°.$$

Il en résulte donc que, dans le cas qui nous occupe, le refroidisseur et la surface de la machine elle-même ont le même coefficient de déperdition de chaleur. Le dispositif de refroidissement pour la machine d'essai ci-dessus pourrait par suite être plus petit que celui indiqué figure 4. Le prix de ce refroidisseur est d'environ 13 à 14 pour 100 du prix du moteur et c'est avec cette faible différence de prix qu'il est possible de faire marcher le moteur à sa pleine puissance au lieu de n'atteindre que les 40 pour 100 de celle-ci.

L'emploi d'une circulation d'eau convient de préférence pour de grandes machines, alors que, pour de plus petites, elle ne serait pas nécessaire; la plaque à nervures atteindrait alors des dimensions relativement grandes, mais comme les éléments de refroidissement seraient supprimés, le prix en restera sensiblement dans les mêmes limites.

Dans le cas où les moteurs sont fixés sur des plaques de base communes par exemple avec des pompes, ventilateurs, etc., ces plaques ont nécessairement des dimensions plus grandes et peuvent servir, sans autre, de dispositif de refroidissement.

On s'arrange à subdiviser le refroidisseur de sorte qu'on n'ait qu'à en exécuter un nombre de types limité qui seront convenablement combinés; ces éléments peuvent, par conséquent, être construits d'avance. En général, il suffira de livrer un élément de refroidissement de rechange pour remplacer un élément qui devrait être nettoyé ou réparé.

En considération des grands avantages du type de machine à circulation interne, celui-ci sera plus employé à l'avenir dans diverses applications pour lesquelles jusqu'à présent on choisissait la disposition ouverte;

notamment dans les aciéries. La légère augmentation de prix qui en résulte sera contrebalancée par les économies réalisées sur les réparations, nettoyages et la plus grande sécurité de service qui en résulte par rapport à la disposition ouverte.

Le type à circulation interne sera également tout indiqué dans les filatures et dans les retorderies. L'installation de petites canalisations d'eau sera bien plus facile à réaliser que des canalisations d'air. Dans les installations plus grandes, on pourra régler automatiquement la quantité d'eau de circulation en fonction de la charge. Pour des stations centrales de grandes villes, on emploie généralement des turbo-générateurs à tension élevée jusqu'à environ 12 000 volts et le refroidissement de ces machines se fait par circulation d'air frais. Cet air n'est généralement pas propre et contient toutes espèces de poussières, notamment des poussières de charbon qui se déposent dans les enroulements et provoquent finalement des courts-circuits qui mettent ces machines hors de service pour un temps plus ou moins long.

Pour supprimer cet inconvénient, on emploie depuis quelque temps des filtres à air spéciaux. Dans certains cas, et si ces filtres à air ne fonctionnent pas d'une façon satisfaisante, notamment lorsque l'air contient des vapeurs acides, il sera très indiqué de prévoir la disposition de refroidissement ci-dessus.

Résultats d'essais.

TYPE DU MOTEUR.		PUISSANCE maxima en HP.	PUISSANCE absorbée en kw.	TOURS par minute, environ.	INTENSITÉ du courant en ampères.	TENSION EN VOLTS.	TEMPÉRATURE de l'air en degrés centigr.		TEMPÉRATURE de l'eau en degrés centigr.		TEMPÉRATURE ambiante en degrés centigr.
							Entrée dans la machine.	Sortie de la machine.	Entrée dans le réfrigérant.	Sortie du réfrigérant.	
Type fermé, ventilé et protégé contre les gouttes d'eau (sans plaque de base)		Marche continue 31,7	26	1040	52	500	23	45	»	»	23
Type complètement fermé (sans plaque de base)		Marche continue 13,6	11,3	1020	32	355	»	»	»	»	21
		30 minutes 35,5	29,5	830	67	440	»	»	»	»	21
Type à circulation interne avec plaque de base (¹) sans le dispositif de refroidissement		Marche continue 20	16,4	1020	40	410	54	57	»	»	18
Type à circulation interne avec deux éléments refroidisseurs 8 m² de surface	sans eau (¹)	Marche continue 21,7	17,8	1040	42	425	52	60	»	»	21
	avec 1,2 l d'eau par minute (²)	31,7	26	1070	53	490	27,5	50	6,5	27,0	17
	avec 7 l d'eau par minute (²)	34,2	28	1075	55	510	13	41	6,5	11,0	18,5
	avec 20 l d'eau par minute (²)	38,4	31,5	1060	60	525	10	41	6,5	8,3	17
Type à circulation interne avec un élément refroidisseur, 4 m² de surface	avec 1,3 l d'eau par minute	Marche continue 31,7	26	1070	52	500	30	47	6,5	23	19
	avec 7 l d'eau par minute	34,2	28	1075	55	510	22	43	6,5	10,5	19
	avec 20 l d'eau par minute	38,3	31,5	1075	60	525	18	42,5	6,5	8	19
Type à circulation interne avec un demi-élément refroidisseur, 2 m² de surface	avec 1,3 l d'eau par minute	Marche continue 24,5	20	1050	44	455	39	48	7	21	18
	avec 7 l d'eau par minute	26,2	21,6	1030	48	450	28	43	7	10	17

(¹) Une plaque spéciale, munie de nervures pour refroidissement par courant d'air, permet d'atteindre, en marche continue, une puissance maxima plus élevée.

(²) Les valeurs maxima admises pour les températures n'étaient pas encore atteintes pour ces essais qui ne purent être prolongés, faute de temps.

L'emploi de cette dernière permettrait tout d'abord de ventiler la machine continuellement avec le même air propre; d'autre part, du fait que le générateur serait hermétiquement fermé sur son dispositif de refroidissement, on supprimerait le bruit que font les ventilations actuelles de ces turbo-générateurs, ce qui serait souvent assez important dans les stations centrales, placées à proximité d'habitations.

Dans certains pays chauds il peut être possible, avec les refroidisseurs à eau ci-dessus, d'employer pour les machines de l'air plus froid que l'air ambiant, d'où il résulterait que les machines pourraient être chargées à une valeur supérieure.

Dans bien des contrées, l'air est tellement humide qu'une ventilation directe est nuisible aux enroulements par suite des courts-circuits qui peuvent en résulter. Dans ces conditions, on aurait également avantage à employer les dispositifs de refroidissement décrits ci-dessus, qui sont construits, en Suisse, par la Société Brown, Boveri et Cie de Baden, et en France, par la Compagnie électromécanique, au Bourget (Seine).

RÉSUMÉ. — Des machines électriques hermétiquement fermées ne donnent que 35 à 40 pour 100 de la puissance qu'elles peuvent développer en disposition ouverte, si elles fonctionnent dans les limites de température prescrites. La surface en est trop petite pour permettre une déperdition de chaleur plus élevée. L'auteur recommande d'augmenter cette surface suivant les besoins en ajoutant soit une plaque de base seule avec ailettes de refroidissement ou bien une plaque dans laquelle on aurait installé un faisceau de tuyaux à travers lesquels on ferait circuler de l'eau de refroidissement. La plaque est reliée avec la machine qui y produit une circulation d'air interne. Avec une dépense relativement minime, une telle machine entièrement fermée peut donner la même puissance qu'en disposition ouverte. Le Tableau (p. 329) résume les résultats d'essais effectués sur des machines munies de cette disposition [1].

P. AMSLER,
Ingénieur en chef, à Baden (Suisse).

CHAUDIÈRES.

Installation de la plate-forme d'essai des turbines à vapeur aux Ateliers de la Compagnie Thomson-Houston à Lesquin-les-Lille.

La Compagnie Thomson-Houston fait la construction des turbines Curtis dans ses ateliers de Lesquin-les-Lille.

Pour pouvoir procéder aux essais en charge de ces turbines, cette Compagnie a fait des installations particulièrement intéressantes : elles comptent parmi les plus importantes qui soient jusqu'ici annexées à un atelier de construction.

Nous allons donner ci-après quelques détails sur cette station d'essais (*fig.* 1 à 4), en insistant particulièrement sur la chaufferie qui en constitue la partie la plus originale.

Nous devons d'abord indiquer qu'aux ateliers de Lesquin, toutes les machines-outils sont actionnées par des moteurs électriques individuels à courant continu. La force motrice est fournie par une turbine Curtis de 1000 kw donnant des courants triphasés à 3000 volts et

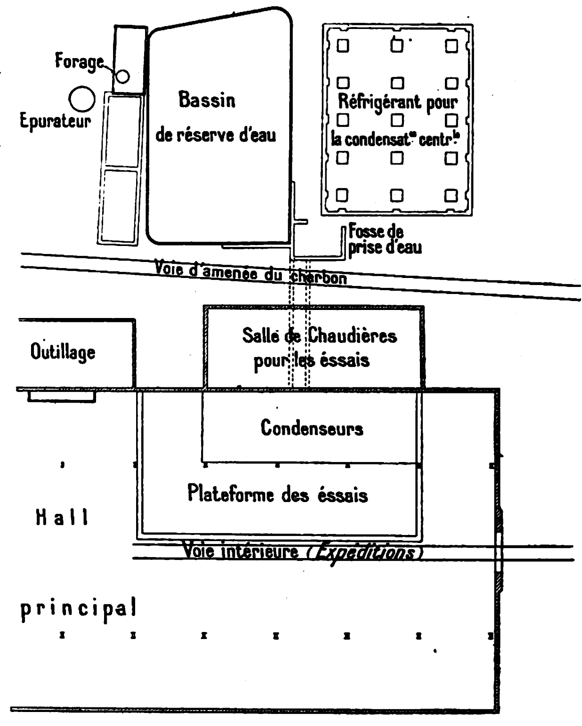


Fig. 1. — Plan général des installations pour l'essai des turbines aux ateliers de Lesquin.

25 p : sec, qui sont transformés par un groupe moteur générateur.

Pour alimenter cette turbine, la vapeur est fournie par la chaufferie utilisée pour les essais, de même que la condensation en est assurée par les installations de la plateforme.

Le programme auquel devait répondre la chaufferie était le suivant :

1° Fournir la vapeur nécessaire au service de la force motrice, soit environ 6000 kg de vapeur, à l'heure, et, l'hiver, assurer en plus le chauffage des ateliers, qui nécessite au moins 2000 kg à l'heure.

2° Assurer le service d'essai des turbines (quitte à faire l'essai des plus grosses unités pendant l'arrêt des ateliers) et pour cela produire au moins 20000 kg de vapeur à l'heure.

3° Comporter des surchauffeurs permettant d'obtenir des variations de température, en vue d'étudier les turbines en essai avec une alimentation de vapeur plus ou moins surchauffée et en tout cas exactement réglable.

4° Choisir des générateurs susceptibles de se plier à toutes les exigences des essais et, en particulier, pouvant supporter sans inconvénients un stoppage pendant une marche à production maxima, au cas où, en plein essai, on viendrait à couper l'arrivée de vapeur à la turbine.

5° Tenir compte de ce que les essais ne sont pas quoti-

(1) Ce même article a paru, en langue allemande, dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXI, 18 août 1910, p. 831.

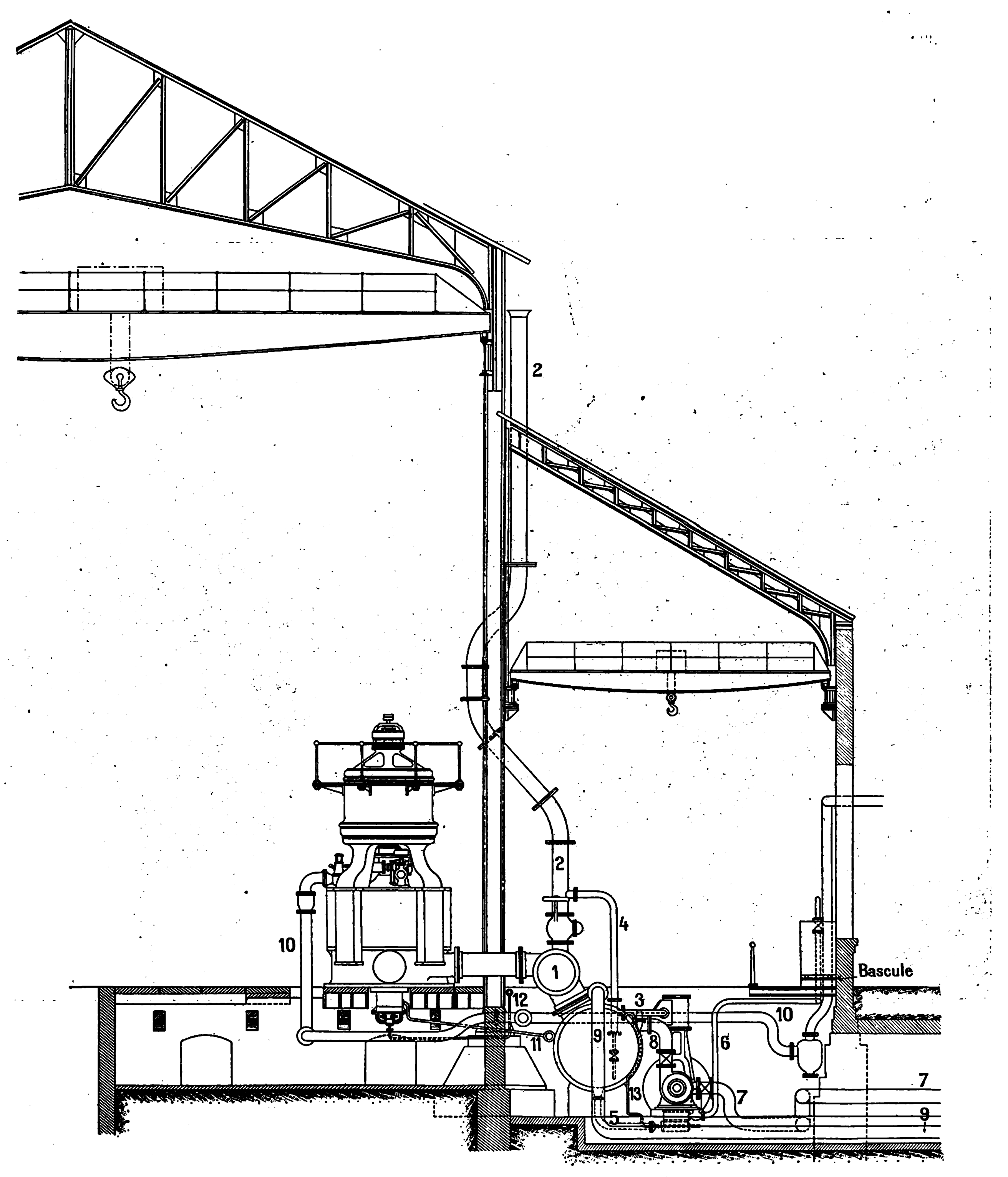


Fig. 2. — Coupe de la plate-forme et de la salle des condenseurs.

1. Collecteur d'échappement des turbines.
2. Échappement à l'air libre.
3. Tuyau d'aspiration de la pompe à air.
4. Tuyau d'échappement de la pompe à air.
5. Tuyau d'aspiration de la pompe à eau condensée.
6. Tuyau de refoulement de la pompe à eau condensée.
7. Tuyau d'aspiration de la pompe centrifuge.
8. Tuyau de refoulement de la pompe centrifuge.
9. Tuyau de retour de l'eau chaude.
10. Tuyau d'arrivée de vapeur.
11. Collecteur des retours d'huile.
12. Tuyau de refoulement des pompes à huile.
13. Tuyau de mise au vide de la pompe à eau condensée.

diens et ont, d'autre part, une durée limitée; et se préoccuper que l'irrégularité de marche ne corresponde pas à une exploitation trop onéreuse.

On devait éliminer *a priori* les chaudières à grand volume d'un des types usités dans les stations centrales, parce que, étant donnée leur énorme capacité, la mise en pression pour une journée d'essai aurait demandé un temps et coûté un prix prohibitifs; de plus l'encombrement de la batterie aurait été considérable.

Il n'y avait donc à penser qu'aux chaudières multitubulaires. Si l'on avait adopté la solution simple d'installer un nombre de chaudières suffisant pour assurer à allure normale la consommation maxima, et de n'allumer que ce qui serait utile suivant les besoins, il aurait

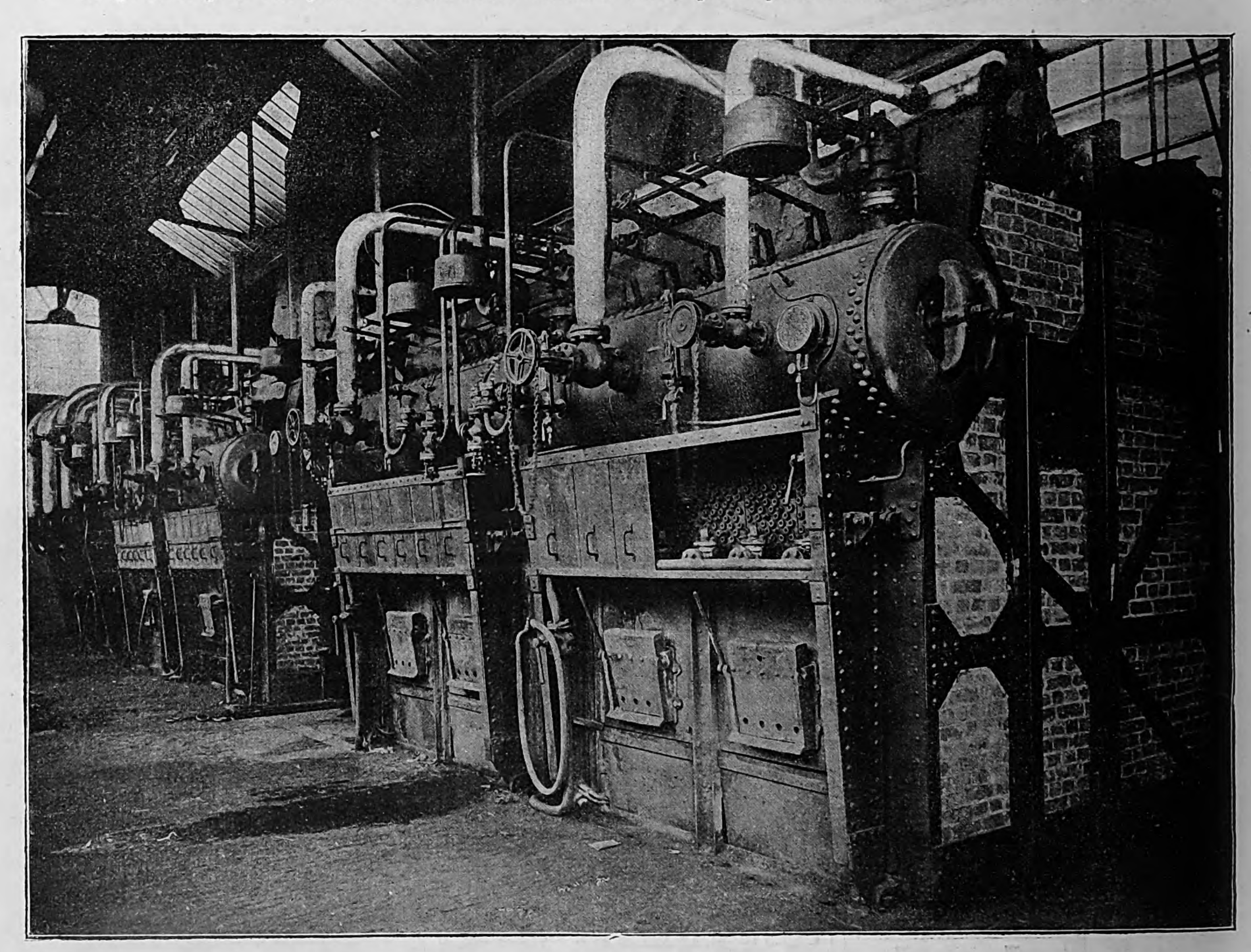


Fig. 3. — Vue d'ensemble de la chaufferie des ateliers de Lesquin.

fallu des unités relativement petites, d'une production de 2500 kg de vapeur à l'heure par exemple ou des unités de puissances différentes. Une telle installation aurait présenté deux défauts : le matériel y aurait été utilisé d'une façon médiocre et elle aurait entraîné des frais généraux inutiles. On était logiquement amené à envisager une marche à tirage variable, conservant un tirage normal pour la marche courante et activant ce tirage pour obtenir la vaporisation maxima nécessaire aux jours d'essais.

Mais quel système de chaudières devait-on choisir ? Quelles seraient les limites de tirage, par conséquent de combustion par mètre carré de grille admissibles ? Comment obtiendrait-on le tirage variable ?

On sait que la comparaison des différents types de chaudières pour l'usage de tirages activés se fait par l'examen des courbes (telles que celle de la figure 5) représentant la production de vapeur en fonction de l'activité de la combustion. Ces courbes présentent toujours un maximum, correspondant à une activité de combustion, qui, étant la plus économique, est naturellement celle dont il faut se rapprocher pour la marche

en service régulier. La chute plus ou moins rapide de la partie de courbe qui suit ce maximum renseigne sur les qualités de la chaudière pour la marche à tirage activé. Avec certains types, soit que la circulation se trouble dans les tubes, soit que les gaz, cherchant le plus court chemin, laissent une partie du faisceau tubulaire hors de leur parcours, la courbe descend si rapidement que ces chaudières peuvent être considérées comme pratiquement inutilisables au tirage activé.

Dans le type « Grille » qui a été choisi, l'allure la plus économique, correspondant au maximum de la courbe, est voisine de 100 kg de combustible brûlé par mètre carré de grille; au delà de ce maximum, la courbe s'abaisse très lentement, le rendement baissant à peu près de 1 kg

Fig. 4. — Vue d'ensemble de la chaufferie des ateliers de Lesquin.

lorsque la combustion triple d'activité. C'est donc une excellente chaudière pour la marche au tirage activé.

Il a été installé à Lesquin quatre chaudières de ce type, ayant chacune 3,90 m² de surface de grille. L'allure normale de l'installation correspond à une combustion de 75 kg à 80 kg de charbon par mètre carré de grille et par heure, c'est-à-dire à une production horaire d'environ 2500 kg de vapeur. On s'est ménagé la possibilité de pousser cette allure à 160 kg de charbon au moins par mètre carré de grille et par heure de manière à atteindre facilement une vaporisation horaire de 5000 kg d'eau.

Pour permettre cette grande marge dans l'allure, le tirage mécanique était indispensable. Le système Prat a été choisi. On sait que ce système, dit à « transformateur de pression », consiste à entraîner les gaz dans une cheminée de profil spécial à l'aide d'air injecté à une pression élevée par un ventilateur. En modifiant la pression donnée par le ventilateur, c'est-à-dire la vitesse de cet appareil, on réalise un réglage très précis du

9...

tirage. Il n'est pas besoin de se préoccuper de le modifier lorsque les portes des foyers sont ouvertes, comme c'est le cas avec les souffleries sans grille, et, d'autre part, le ventilateur ne contenant que de l'air froid, on n'a pas à craindre les ennuis que donnent parfois les aspirateurs de gaz chauds.

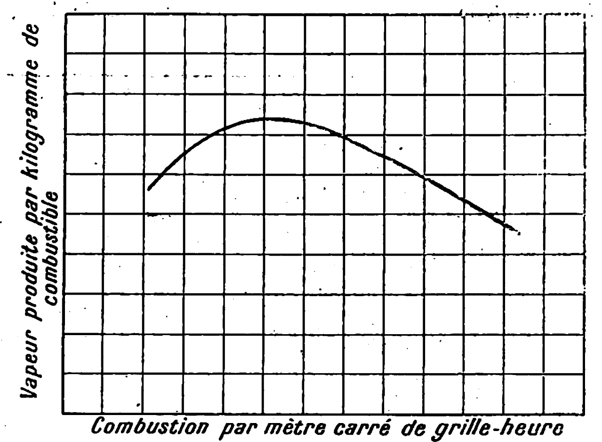


Fig. 5. — Courbe caractéristique des chaudières.

Le coût de ce système de tirage n'est d'ailleurs nullement prohibitif, étant donné les conditions de marche et la division des générateurs en deux groupes.

Les chaudières sont timbrées à 18 kg : cm² et doivent marcher normalement à 15 kg : cm² : cette marge a été prévue pour le cas où, les chaudières étant à forte allure, un incident obligerait de stopper la turbine en essais.

En pratique, en effet, la plate-forme ne peut pas avertir la chaufferie de la mise en marche ou de l'arrêt des turbines. Le chef de chauffe se guide sur le manomètre et, grâce à l'alimentation automatique et à la possibilité de régler le tirage, il arrive à maintenir la pression aussi exactement qu'avec des chaudières à grand volume et à basse allure de combustion.

Les chaudières sont réunies par batteries de deux, et chaque batterie est desservie par une cheminée Prat, dont le ventilateur est actionné directement par un moteur à courant continu de 30 chevaux à vitesse variable. La vitesse de ces moteurs se règle au moyen de contrôleurs disposés l'un en face de l'autre sur le côté des batteries des chaudières : au-dessus de chaque contrôleur se trouve un indicateur de tirage.

Dans chaque batterie les chaudières peuvent fonctionner séparément. L'allumage et même la marche à petite allure peuvent se faire facilement sans faire tourner le ventilateur, la cheminée seule donnant un tirage de 9 mm d'eau environ.

Les surchauffeurs sont du type « Grille » à faisceau tubulaire basculant (*fig.* 6). La particularité de ces surchauffeurs est qu'on peut y faire circuler la vapeur soit de bas en haut, soit de haut en bas : le circuit normal correspond à l'entrée de la vapeur par le haut, mais lorsqu'on doit assurer une forte charge et que l'activité du foyer est grande, on préfère perdre sur le rendement et faire arriver la vapeur par le bas pour mieux rafraîchir les tubes.

Les deux surchauffeurs sont également réunis en une batterie possédant une cheminée unique à tirage naturel, qui assure à sa base une dépression d'environ 15 mm d'eau. Cette dépression permet une allure de combustion de 90 kg à 100 kg de charbon par mètre carré de grille et par heure. On peut ainsi, si on le désire, donner facilement à la vapeur, une température de 325° à 350°.

L'alimentation des chaudières est assurée par deux pompes à vapeur pouvant chacune fournir au moins 20 m³ d'eau à l'heure à la pression de 22 kg : cm² nécessaire à cause de la résistance due aux alimentateurs automatiques. L'eau provient des retours des condenseurs et du chauffage et l'appoint est fait par de l'eau épurée, à l'aide d'un épurateur de 6 m³ à l'heure. Cet appareil ramène à 4° environ les eaux qui, brutes, titrent 28°. La figure 7 représente différentes coupes de la chaufferie de Lesquin.

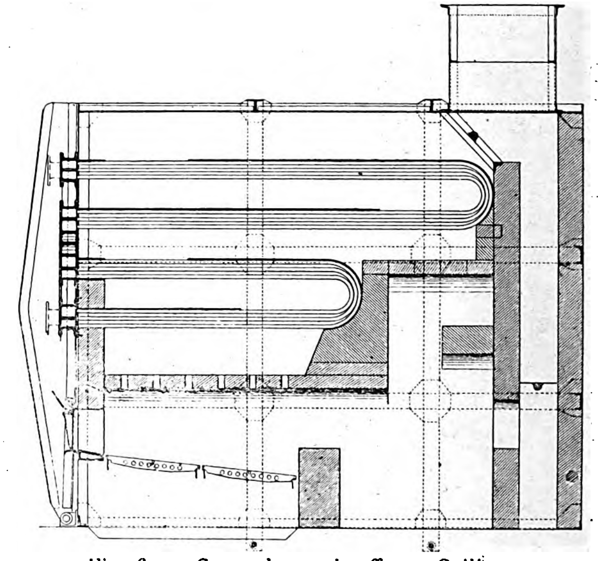


Fig. 6. — Coupe du surchauffeur « Grille ».

Le tableau suivant donne les résultats d'essais faits sur la chaufferie, que nous venons de décrire.

Pour les garanties, le combustible indiqué était la briquette d'Anzin type torpilleur, mais il faut bien noter qu'en service courant on emploie du charbon plus ordinaire, dont la puissance calorifique est de 8 à 10 pour 100 plus faible. Pour les hautes allures, on doit obligatoirement employer de très bons combustibles, sinon la fréquence des décrassages causerait une perturbation sérieuse dans les essais.

COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON.

Usine de Lesquin-les-Lille (Nord).

Nombre de groupes	2
Nombre de chaudières par groupe	2
Surface de grille totale	15,68 m²
Surface de grille par groupe	7,64 m²
Tirage artificiel Prat.	
Surface de grille d'une chaudière	3,82 m²
Surface totale de chauffe	448,08 m²
Surface de chauffe d'un groupe	224,04 m²
Surface de chauffe d'une chaudière	112,02 m²

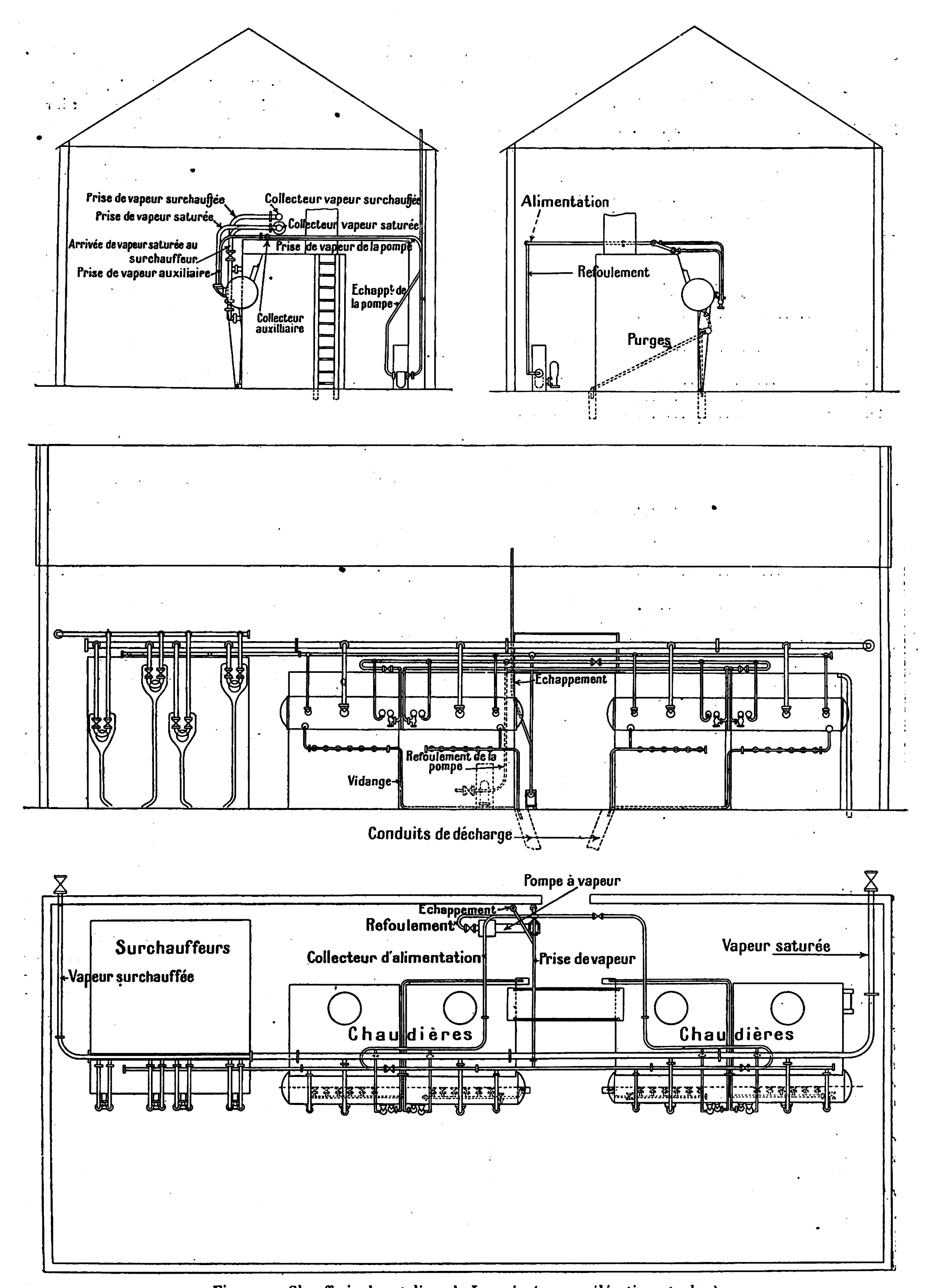


Fig. 7. — Chaufferie des ateliers de Lesquin (coupe, élévation et p'an).

Résultats des essais exécutés sur un groupe de deux chaudières.

Date de l'essai allure normale	20 décembre 1908	
Date de l'essai allure activée	24 janvier 1909	
	Allure normale.	Tirage activé.
Durée de l'essai	3^h	3^h
Pression moyenne	15 kg:cm²	13,5 kg:cm²
Température de l'eau d'alimentation.	23°	33°
Nature du charbon employé	briquette Anzin (torpilleur)	
Surface de grille totale	7,64 m²	7,64 m²
Poids total du charbon chargé sur les grilles	1614 kg	3316 kg
Allure moyenne par mètre carré de surface de grille	71,725 kg	144 kg
Watts aux bornes du moteur du ventilateur Prat	3360 w	21 150 w
Puissance absorbée	3 chx	25,5 chx
Vitesse du ventilateur	410 tours	835 tours

Dans l'essai à l'allure normale, il y a eu marche intermittente du tirage mécanique, le tirage naturel ayant suffi généralement, ce dernier étant de 9 mm.

Dépression correspondante	14 mm	50 mm
Poids total de l'eau mesurée à la sortie du condenseur à surface	15012 kg	29470 kg
Vaporisation ramenée à 40° pour l'eau d'alimentation	15410 kg	29800 kg
Rendement moyen en kg de vapeur par kg de charbon en brut	9,63 kg	9,01 kg

La vapeur des turbines en essai, de même que celle de la turbine motrice des ateliers, est envoyée à la condensation centrale.

Cette installation (*fig.* 8) comprend deux condenseurs à surface, capables de condenser chacun 10000 kg de vapeur à l'heure en fournissant un vide de 94 pour 100 de la pression barométrique.

Tous les moteurs des pompes sont à vitesse variable, de manière à pouvoir faire varier le vide à volonté.

Pour assurer l'excitation de la machine en essais, indépendamment de tout autre service, il existe un petit groupe électrogène composé d'une machine Boulte-Larbodière accouplée directement à une génératrice à courant continu, qui peut marcher à échappement libre ou échapper à la condensation centrale.

Un groupe de deux pompes à vapeur est également installé dans la fosse des condenseurs, et il est destiné au refoulement éventuel de l'huile sous pression pour le graissage des pivots des paliers des turbines.

Pour permettre de déterminer la consommation de la turbine en essai, les pompes à eau condensée des condenseurs refoulent dans des bacs de 1600 litres chacun, placés sur des bascules. Un dispositif de robinets permet de remplir l'un des bacs pendant que l'autre se vide. L'eau, après jaugeage, est reprise par une pompe centrifuge qui refoule dans la bâche d'alimentation des chaudières.

L'eau étant difficile à trouver à Lesquin en grande quantité, on a dû installer un réfrigérant et un bassin de réserve d'eau.

Le réfrigérant mesure en plan 16 m × 11 m; il est établi sur un bassin de 20,50 m de longueur, 16 m de largeur et 5 m de profondeur, et il a une hauteur de 7 m au-dessus du niveau de l'eau dans le bassin. Quant au bassin de réserve d'eau, il peut contenir 1500 m³ : il a la forme d'un tronc de pyramide renversé. C'est dans ce bassin, qu'on installe les résistances sur lesquelles on charge les alternateurs des groupes en essai. Ces résistances sont composées de trois tiges de fer verticales, fixées par des isolateurs de porcelaine aux sommets d'une armature triangulaire horizontale. Les extrémités supérieures de ces tiges sont réunies aux câbles de sortie de l'alternateur. Les extrémités inférieures plongent dans l'eau d'une quantité égale.

Le système est suspendu à un palan qui permet de l'abaisser ou de le soulever à volonté de manière à faire plonger plus ou moins les trois tiges dans l'eau et par suite, de régler très facilement la charge de l'alternateur.

En ce qui concerne la tuyauterie, le collecteur de vapeur et la tuyauterie d'échappement méritent seules quelques indications; les tuyauteries de service de la chaufferie, celles des machines auxiliaires ne présentent pas de particularités notables.

La tuyauterie de vapeur forme une boucle aboutissant d'un côté aux chaudières et de l'autre aux surchauffeurs; cette boucle entoure, pour ainsi dire, la fosse des condenseurs. Le détail des tuyauteries de la chaufferie (*fig.* 2 et 7) fait parfaitement comprendre comment elle est réalisée.

Un séparateur d'eau et de vapeur est monté à l'entrée dans la salle des condenseurs sur chacune des deux tuyauteries qui y aboutissent en traversant une vanne de barrage.

Sur la branche qui longe la salle des condenseurs sont disposés des tés pour le raccordement éventuel avec les machines en essais.

Toutes ces tuyauteries de vapeur sont en acier, les brides de forme cornière en acier, les joints se font à plat avec interposition d'une garniture métallique. Les tubes sont fixés dans les brides par mandrinage à froid et un collet du tube est rabattu dans un logement *ad hoc* ménagé dans la bride (*fig.* 9). L'assemblage est ainsi extrêmement résistant à tous les efforts dus à la pression et à la dilatation. La canalisation de vapeur présentant de nombreux coudes, il n'a pas été fait d'appareils de dilatation spéciaux.

Un point particulier à noter, c'est le diamètre relativement réduit des canalisations : il correspond à une vitesse moyenne de 30 m en vapeur saturée et 55 m en vapeur surchauffée, et à une perte de charge totale de moins de 1 kg par centimètre carré dans le cas de la production maxima. Le développement total de la canalisation étant très grand, 70 m environ pour la vapeur saturée et 50 m environ pour la vapeur surchauffée, on a préféré consentir à une perte de charge importante qu'à une grande chute de température ou à de trop fortes condensations.

L'évacuation de la vapeur à la condensation centrale se fait au moyen d'un collecteur en tôle galvanisée de 1 m de diamètre communiquant avec le condenseur et portant d'autre part deux tuyauteries d'échappement à l'air libre, chacune avec une soupape automatique. Ce collecteur porte des tubulures permettant le raccordement aux turbines en essais.

En terminant, nous voudrions faire deux remarques en mettant en parallèle les installations de la chaufferie de cette très intéressante station d'essais avec ce qu'on fait d'habitude dans une station centrale de distribution.

Il ne semble pas que la chaufferie à tirage forcé de la station d'essais puisse être prise intégralement comme modèle pour une station centrale, mais il faut reconnaître que la marche au tirage forcé des chaudières de Lesquin est parfaitement régulière et facile à conduire. Nous sommes persuadés que dans bien des stations centrales on trouverait avantage à adjoindre, à une batterie de chaudières à grand volume et à tirage naturel, quelques unités multitubulaires bien appropriées pour le tirage forcé, montées avec tirage mécanique, avec grille mécanique et même avec économiseur, qui se mettraient en pression en un temps très court et permettraient d'une manière très économique et très commode le passage des pointes. Quelques types de chaudières modernes installées avec les accessoires dont nous parlons ci-dessus peuvent arriver à donner une utilisation qui dépasse 80 pour 100. Sans doute le tirage forcé est très cher, puisque la puissance absorbée croît comme le cube de l'activité de la combustion, mais son prix est récupéré largement et son emploi justifié si l'on réalise une installation de haut rendement.

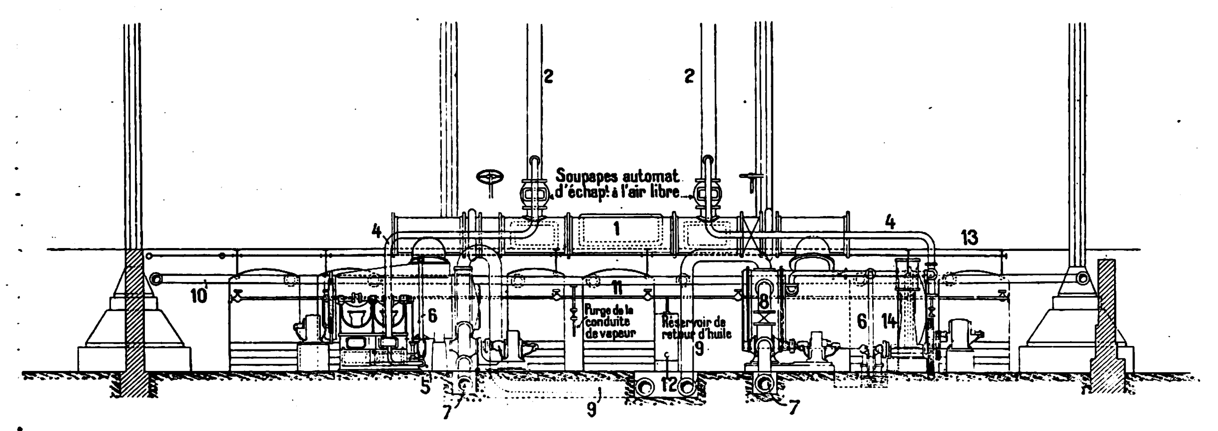


Fig. 8. — Salle des condenseurs.

1. Collecteur d'échappement des turbines.
2. Échappement à l'air libre.
3. Tuyau d'aspiration de la pompe à air.
4. Tuyau d'échappement de la pompe à air.
5. Tuyau d'aspiration de la pompe à eau condensée.
6. Tuyau de refoulement de la pompe à eau condensée.
7. Tuyau d'aspiration de la pompe centrifuge.
8. Tuyau de refoulement de la pompe centrifuge.
9. Tuyau de retour de l'eau chaude.
10. Tuyau d'arrivée de vapeur.
11. Collecteur des retours d'huile.
12. Tuyau d'aspiration des pompes à huile.
13. Tuyau de refoulement des pompes à huile.
14. Tuyau de mise au vide de la pompe à eau condensée.

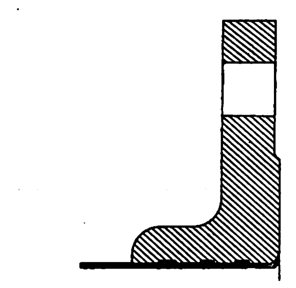


Fig. 9. — Type de brides pour tuyauterie de vapeur à haute pression.

Arrêtons-nous maintenant un moment à la question de la surchauffe. A Lesquin le problème à résoudre commandait l'emploi du surchauffeur indépendant; ce n'est pas là une pratique courante dans les stations centrales. C'est peut-être une erreur. En effet, il est onéreux de donner des calories à la vapeur pour les perdre dans des canalisations qui, même bien calculées et sérieusement calorifugées, arrivent encore à dissiper un demi à un tiers de degré par mètre de développement. De plus, pour une chaudière donnée, il existe une température au delà de laquelle on ne saurait pousser la surchauffe de la vapeur sans diminuer le rendement organique de l'appareil évaporatoire : meilleure est la chaudière, moins élevée est cette température limite. Il y a en somme une certaine contradiction entre l'emploi de bonnes chau-

dières à surchauffeur et le transport à distance notable de la vapeur produite; par suite, l'emploi de surchauffeurs indépendants pourrait être souvent envisagé.

T. Pausert.

Détartreur Nirascou, à centrage automatique et à commande électrique (¹).

Dans cet article, l'auteur décrit tout d'abord le fonctionnement des détartreurs mécaniques à marteau, puis celui des appareils rotatifs à molettes extensibles et termine par la description d'un nouveau détartreur imaginé par M. Nirascou.

I. Détartreurs a marteau. — Dans ces appareils, l'outil détartreur (*fig.* 1) est un véritable marteau-hachette animé d'un mouvement oscillatoire très rapide (2000 à 3000 coups par minute), et opérant de la même manière qu'un piqueur à la main.

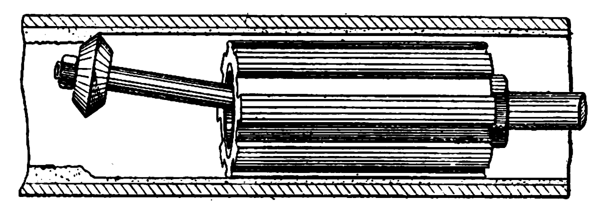


Fig. 1. — Détartreur à marteau.

Ce mouvement oscillatoire du marteau est donné par un petit piston qui, actionné généralement par la vapeur ou par l'air comprimé, vient agir en un point du levier porte-marteau et qui se meut dans un cylindre ménagé dans la tête de l'appareil.

Ce piston reçoit alternativement, sur chacune de ses faces extérieures, au moyen d'un petit tiroir distributeur logé dans la tête de l'appareil et déplacé par l'autre extrémité de la tige porte-marteau, la vapeur sous pression ou l'air comprimé qui y est amené par un tube venant de l'extérieur.

Le déplacement de l'outil doit être à la fois longitudinal et transversal dans le tube. Il s'effectue à la main en poussant et tournant en même temps l'extrémité extérieure du tube adducteur de vapeur. M. Burnichon, dans le *Bulletin technologique* n° 11 de 1908, a décrit une solution fort élégante qu'il a trouvée pour actionner un marteau piqueur au moyen d'une came reliée par un flexible à un moteur électrique.

En général, l'appareil à marteau, qui agit comme un véritable piqueur à la main, demande à être manœuvré par des ouvriers expérimentés. En effet, la paroi du tube, qui est frappée par une pièce à angle assez vif suivant deux petits arcs de cercle diamétralement opposés, peut recevoir, si on laisse séjourner le marteau au même endroit, 2000 à 3000 coups par minute. Ce martelage intensif et prolongé à froid est de nature à modifier la structure du métal, l'état de poli du tube et à creuser sur sa paroi de petits sillons transversaux qui facilitent l'adhérence des dépôts.

Dans ces appareils, le piston du marteau, qui est animé d'une grande vitesse, exige un graissage abondant. Il en résulte que la paroi des tubes, à la fin de l'opération, se trouve tapissée, par l'échappement du fluide moteur, d'un corps gras difficile à enlever et qui constitue un dangereux isolant si l'on ne prend pas la précaution de procéder à un lessivage des tubes.

Il serait nécessaire que le déplacement du marteau, dans les sens transversal et longitudinal, fût automatique, pour que la désincrustation se fît aussi graduellement que possible.

A la main, on n'obtient qu'un résultat approché, de sorte que, dans son mouvement oscillatoire, il arrive que le marteau frappe d'un côté sur le métal du tube et de l'autre sur un placard qui n'a pas été touché par l'outil à la première passe. D'ailleurs l'emploi de brosses métalliques est absolument indispensable après la frappe des tubes si l'on veut détacher complètement les dépôts.

Il est à remarquer aussi qu'avec ces appareils, dont le marteau est guidé par une tête généralement cylindrique dans laquelle se meut le piston moteur, le détartrage ne peut s'effectuer sur toute la longueur des tubes. Dans leur partie avant, occupée par la tête de l'outil (10 cm à 15 cm environ), la désincrustation doit se faire à la main.

Les vibrations produites par la réaction des chocs du marteau et qui se manifestent sur le tuyau adducteur du fluide moteur fatiguent la main de l'opérateur. Elles sont d'autant plus violentes que la différence entre les diamètres du tube et de la tête d'outil est plus grande.

Enfin, dans les chaudières multitubulaires, où les tubes sont simplement mandrinés sur les plaques de tête, les vibrations et la frappe du marteau, ainsi que l'auteur l'a constaté dans une usine d'éclairage de Paris, occasionnent un ébranlement et un allongement des tubes suffisants pour nécessiter leur remandrinage après l'opération du détartrage.

II. Appareils rotatifs a molettes extensibles sous l'action de la force centrifuge. — Dans ces appareils (*fig.* 2), l'outil détartreur est composé d'un certain nombre de bras articulés à l'extrémité d'une tige motrice animée d'un mouvement rotatif. Ces bras sont munis de molettes en acier cylindriques ou coniques. Ces dernières sont rigidement fixées à l'extrémité de ces bras dans certains appareils, et dans d'autres, au contraire, peuvent tourner librement autour de leurs axes.

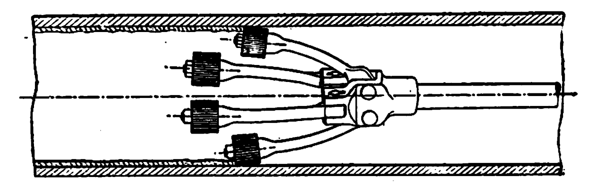


Fig. 2. — Détartreur à molettes extensibles.

Dans les appareils à molettes fixes la désincrustation se fait par trépidations et grattage combinés; dans ceux à molettes mobiles, à la fois par pression et grattage.

(¹) H. Blouin, *Bulletin technologique de la Société des anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers*, septembre 1910, p. 1263-1280.



Sous l'action de la force centrifuge les bras s'écartent du centre de rotation et les molettes sont projetées sur la paroi des tubes. Il en résulte un frottement, une pression et un grattage énergiques qui, combinés avec les trépidations qui naissent, surtout dans les appareils à molettes fixes, de la réaction de l'effort exercé par ces dernières sur les parois, désagrègent rapidement les dépôts.

Ces outils peuvent être actionnés électriquement, à la vapeur, à l'eau sous pression, à l'air comprimé, au moyen de moteurs électriques ou de petites turbines situées à l'intérieur ou à l'extérieur des tubes.

Il importe, dans le fonctionnement de cet outil, que les génératrices des molettes gratteuses s'appliquent aussi exactement que possible sur celles du tube à détartrer pour ne pas attaquer le métal.

Il est facile de concevoir, en effet, que, si la molette cylindrique ou conique, au lieu de travailler suivant une génératrice, c'est-à-dire suivant une ligne de contact déterminée AB (*fig.* 3), se présentait sur la paroi du tube

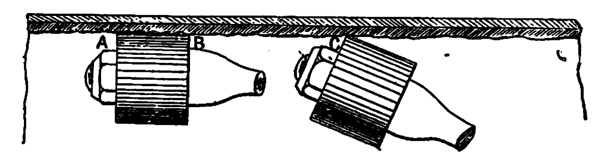


Fig. 3. — Modes d'attaque des molettes des détartreurs à molettes.

suivant l'angle C formé par la génératrice et l'une de ses bases, l'effort rotatif transversal se trouverait réparti sur une très faible surface d'appui à angle vif et aurait pour effet de faire agir l'outil détartreur à la manière d'un coupe-tubes.

Pour obvier à ce grave inconvénient il est nécessaire que l'extrémité de la tige porte-outil se trouve en permanence dans l'axe du tube pendant l'opération du détartrage et que la courbure des bras porte-molette soit convenablement appropriée au diamètre des tubes.

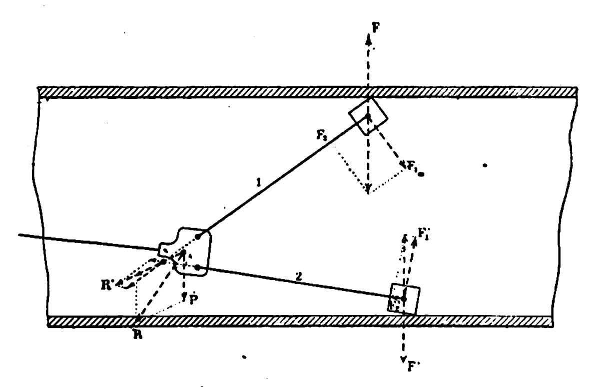


Fig. 4. — Épure des forces entrant en jeu dans le fonctionnement d'un détartreur à molettes.

Il semble, *a priori*, qu'un semblable outil à bras extensibles doive se centrer automatiquement à l'intérieur des tubes sous l'action de la force centrifuge.

Considérons un de ces outils, constitué par deux bras articulés portés par l'extrémité d'une tige motrice de la longueur du tube et situés, au début de la rotation, dans un plan vertical (*fig.* 4). A la mise en route du système les molettes vont s'écarter du centre de rotation. Le bras 1, qui n'a pas à supporter le poids de la tige, s'écartera de cette dernière plus facilement que le bras 2. La valeur de la force centrifuge F sera, par conséquent, plus grande que F'.

Décomposons les réactions des deux forces F et F' en F_1 et F'_1 et en F_2, F'_2, les premières perpendiculaires aux bras porte-molettes, les secondes dans la direction de ces même bras.

Les composantes F_2 et F'_2 admettront une résultante R' qui, combinée à son tour avec le poids de la tige à son extrémité et de la tête d'outil P, donneront lieu à une résultante finale R dont la direction tendra à appuyer et à faire frotter en permanence la tête d'outil sur la partie inférieure de la paroi du tube.

Il en résulte que les bras présenteront leurs molettes suivant une fraction des circonférences de base au lieu d'appliquer les génératrices de ces dernières parallèlement à l'axe du tube. Dans ces conditions le métal sera attaqué, et la tête d'outil rapidement mise hors d'usage par l'usure qui naîtra d'un frottement exagéré sur les dépôts incrustés.

Divers systèmes ont été imaginés pour remédier à ces graves inconvénients et le centrage de la tête d'outil dans les tubes a été le problème que se sont posé tous ceux qui ont employé ce genre d'appareil.

La solution qui se présente naturellement à l'esprit est celle qui consiste à interposer entre la tige motrice et l'outil une rondelle cylindrique d'appui qui tendra à maintenir l'axe de l'outil dans celui du tube (*fig.* 5).

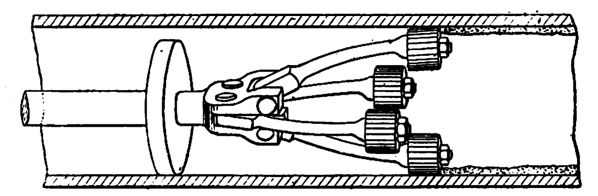


Fig. 5. — Détartreur à molettes avec rondelle de guidage.

Quelquefois on fixe, sur le corps d'outil et dans son axe, une pièce à section rectangulaire dont l'extrémité, tout comme le diamètre de la rondelle, est à la dimension du tube avant l'opération du détartrage (*fig.* 6). Mais cette rondelle ou cette pièce qui tourne avec l'outil s'usera très rapidement sur le tartre. D'un autre côté le diamètre du tube augmente au fur et à mesure de l'enlèvement des dépôts, de sorte que cette rondelle qui, au début de l'opération, se trouvait vers le centre, s'excentre de plus en plus et augmente ainsi progressivement l'inclinaison des molettes à mesure qu'elles se rapprochent du métal.

Une autre solution (*fig.* 7) consiste à relier cette rondelle d'appui avec l'outil au moyen d'une genouillère articulée qui a malheureusement le défaut de compliquer l'outil tout en le rendant plus fragile par l'interposition de pièces mobiles sujettes à dérangements. L'in-

clinaison de la génératrice des molettes, avec cette disposition, sera d'autant plus faible que le diamètre de la rondelle d'appui sera voisin de celui des tubes.

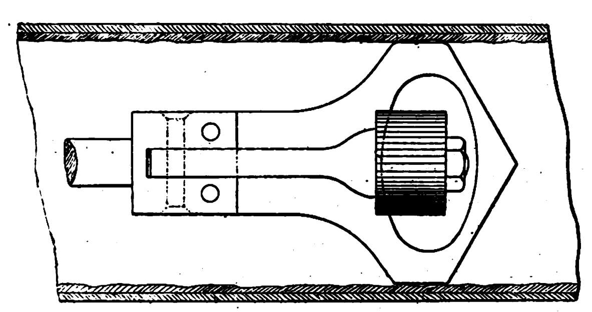


Fig. 6. — Détartreur à molettes avec tête de guidage.

Ces diverses combinaisons sont sans effet appréciable dans le cas où les dimensions de l'orifice des tubes sont beaucoup plus petites que leur diamètre (types récents des chaudières Delaunay-Belleville), ou lorsqu'on se

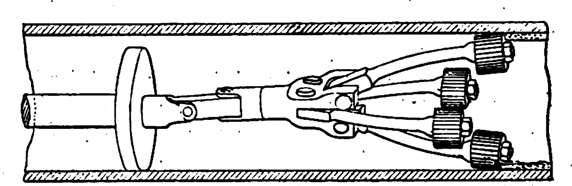


Fig. 7. — Détartreur à molettes avec rondelle de guidage et genouillère articulée.

trouve en présence de fortes épaisseurs de dépôts incrustés, inégales parfois, à cause du diamètre de la rondelle d'appui qui devient trop faible ou qu'on ne peut pas intercaler.

III. Appareil détartreur Nirascou, a commande électrique. — Cet appareil (*fig.* 8 et 9) est constitué

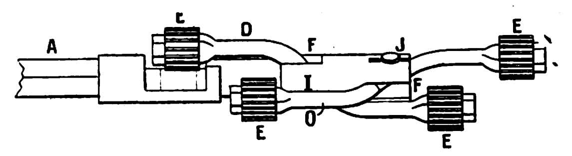


Fig. 8. — Vue du détartreur Nirascou à molettes.

par une tige cylindrique A rainée suivant une génératrice et sur l'une des extrémités de laquelle est fixée une poignée à billes servant au guidage et à la manœuvre, tandis qu'à son autre extrémité ladite tige reçoit, par vissage, un corps d'outil détartreur qui supporte deux leviers D munis de molettes E; ces deux leviers D, qui sont logés dans deux mortaises F pratiquées suivant deux directions perpendiculaires, sont maintenus au moyen d'axes permettant leur oscillation.

Ces axes H, qui traversent le corps de l'outil et l'œil médian des leviers D, comportent, à l'une de leurs extrémités, une tête noyée F; ils sont bloqués, par leur autre extrémité, au moyen d'une goupille J logée dans un alvéole correspondant.

Les leviers D sont symétriques par rapport à leur articulation et ils ont leurs bras courbés en sens inverse de façon à s'appliquer, lorsque l'appareil est immobile,

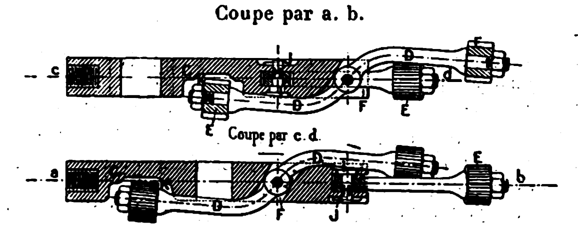


Fig. 9. — Coupe du détartreur Nirascou à molettes.

le long de deux génératrices opposées de la tige motrice A; ils portent à chacune de leurs extrémités les molettes de piquage E montées sur des axes correspondants sur lesquels elles sont serrées par un écrou se vissant sur chacun desdits axes. Ces molettes cylindriques E sont établies en acier trempé et comportent des rainures longitudinales à sections trapézoïdales.

Lorsque l'appareil n'est pas en service ou pendant son introduction dans les tubes à détartrer, les molettes inférieures se logent dans les logements K, pratiqués dans le corps de l'outil dans deux plans perpendiculaires. Sur la tige A est monté un moteur électrique dont l'arbre creux est traversé, à frottement doux, par ladite tige; une clavette d'entraînement fixée sur l'arbre creux du moteur permet de communiquer à l'outil un mouvement de rotation rapide tout en facilitant un libre déplacement longitudinal.

Le commutateur de démarrage, qui se borne à un simple commutateur, est fixé à la partie inférieure du moteur.

La carcasse du moteur porte deux tourillons disposés suivant un axe horizontal passant par son centre de gravité, et qui servent à le fixer à une chape P (*fig.* 10) per-

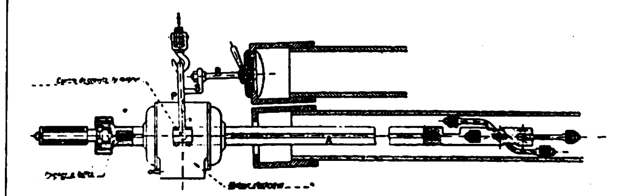


Fig. 10. — Coupe par l'axe d'un tube montrant le détartreur Nirascou en fonction.

mettant sa libre oscillation. Cette chape est suspendue au crochet d'un palan supporté lui-même par un fer à T placé devant la chaudière et elle est maintenue latéralement au moyen d'un boulon à ancre horizontal R serré sur les boîtes à tubes, d'une part, et d'autre part sur une fourchette S, disposée sur la chape P perpendiculairement à son plan.

L'outil étant introduit dans un tube à détartrer et le

moteur mis en marche, les leviers porte-molettes E reçoivent un rapide mouvement de rotation; la force centrifuge agit alors sur les molettes de piquage E, qui sont disposées symétriquement pour s'équilibrer par rapport au point d'oscillation desdits leviers sur la tige médiane A, de façon à faire pivoter ces derniers et appliquer les molettes contre la paroi du tube. Il en résulte, du fait de la rotation, un frottement et un grattage énergiques qui désagrègent les dépôts calcaires sans endommager en aucune façon le métal.

Supposons (*fig.* 11) un levier de cet outil situé au repos

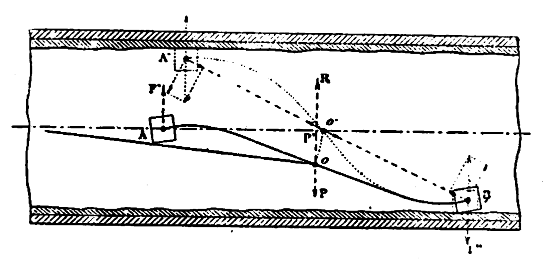


Fig. 11. — Épure des forces entrant en jeu dans le fonctionnement d'un détartreur Nirascou.

dans un plan vertical. Soient P le poids de la tige à son extrémité agissant au point O, et F'' la valeur de la force centrifuge, à la molette B, qui naît à la mise en route du système; F' sera toujours égale à F'' puisque les molettes, à cause de leur disposition symétrique par rapport à leur point d'oscillation, s'écartent, toujours de la même quantité, du centre de rotation.

La force centrifuge due au mouvement de rotation imprimé à la molette B appuie celle-ci sur la paroi du tube, mais F' qui agit à l'extrémité d'un levier du deuxième genre dont la résistance P est située au point d'articulation O, milieu de AB, est capable de vaincre, en ce même point, une résistance $R = 2F'$. De sorte que le point O se déplacera vers le centre du tube sous l'action d'une force égale à $P'R = R - P$ jusqu'à ce que la molette A rencontre la paroi supérieure.

A ce moment le système sera en équilibre par rapport au point O qui, d'autre part, se trouvera dans l'axe du tube. Un raisonnement identique démontrerait que ce même point O est équilibré et centré en même temps dans un plan horizontal sous l'action de l'autre levier qui lui est perpendiculaire.

La courbure des bras étant proportionnée au diamètre des tubes, les molettes attaqueront, dans ces conditions, les dépôts suivant une génératrice parallèle à l'axe de ce dernier sous l'action d'une force égale à $\frac{1}{2}$ $P'R$.

Une autre particularité intéressante de l'outil, commandé par un moteur électrique dont l'induit est traversé par la tige motrice, est la suspension de ce moteur, en son centre de gravité, au moyen d'une chape qui, sous l'action de la force centrifuge communiquée aux molettes, permet l'orientation automatique dudit moteur et par conséquent de la tige motrice suivant l'inclinaison des tubes et cela dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre.

Un point également important est que l'outil lisse la paroi des tubes sans attaquer le métal après enlèvement complet des incrustations. Par suite de ce lissage les dépôts ne s'attachent que difficilement aux parois des tubes qui restent propres pendant un temps considérable après chaque nettoyage.

Le tableau ci-dessous indique la durée du nettoyage d'un tube dans diverses conditions.

Essais exécutés sur différents types de chaudières.

Installation des chaudières.	Type des chaudières.	Diamètre des tubes.	Longueur des tubes.	Épaisseur des dépôts.	Temps de nettoyage d'un tube.
Ministère des Postes, Télégraphes et Téléphones : ateliers de fabrication des timbres-poste, 75, boulevard Brune, Paris.	Belleville	mm 90	m 2,300	mm 0,5 à 1	mm 10
Ministère des Travaux publics, atelier pneumatique, 35, rue Poliveau	Roser	150	2,100	6 à 8	30
Ministère de la Justice, Imprimerie nationale............	Babcock et Wilcox	76	4,300	6 à 10	50
Maison Jaquet, à Vernon (Eure)........	De Naeyer	110	3,200	5 à 8	30
Compagnie d'électricité « Ouest-Lumière »............	Niclause	75	2,800	3 à 5	15

Appareil de manœuvre automatique des portes de chaudières, système E. Gadoux [1].

En raison de la sujétion que cause la manœuvre des portes des cendriers, les chauffeurs les laissent généralement ouvertes en grand et ne procèdent à leur fermeture qu'au sifflement des soupapes de sûreté. Il en résulte des variations de pression qui ne peuvent être combattues que par un fonctionnement parfait des détendeurs de vapeur, et une perte de combustible provenant de ce que la majeure partie des gaz produits après le chargement du foyer passent directement dans la cheminée sans effet utile. C'est à ce double inconvénient qu'a voulu remédier M. Gadoux au moyen de son appareil de commande automatique.

Le fonctionnement de cet appareil est basé sur le jeu d'un piston C (*fig.* 1) soumis en permanence à la pression de la chaudière et d'un ressort de réglage D qui lui fait équilibre. Quand la pression augmente ou diminue sur la membrane en caoutchouc B en contact avec le piston C, la tige de ce dernier qui vient agir sur le ressort à boudin D se déplace et entraîne le levier ELO articulé en L avec la tige du piston.

Ce levier actionne la tige d'un tiroir équilibré F avec laquelle il est articulé en E.

Ce tiroir muni de cinq orifices permet la distribution d'un fluide moteur sous faible pression (air comprimé, ou eau de la canalisation urbaine) dans un cylindre G. Le piston de manœuvre P de ce cylindre est relié directement

[1] J.-B. NIRASCOU, *Bulletin technologique de la Société des Anciens Élèves des Écoles nationales des Arts et Métiers*, septembre 1910, p. 1281-1286.

au moyen d'une chaînette à la porte du cendrier. Cette porte s'ouvre ou se ferme ainsi automatiquement selon que la pression de la chaudière devient inférieure ou supérieure à la pression normale de 800 g à 1 kg environ.

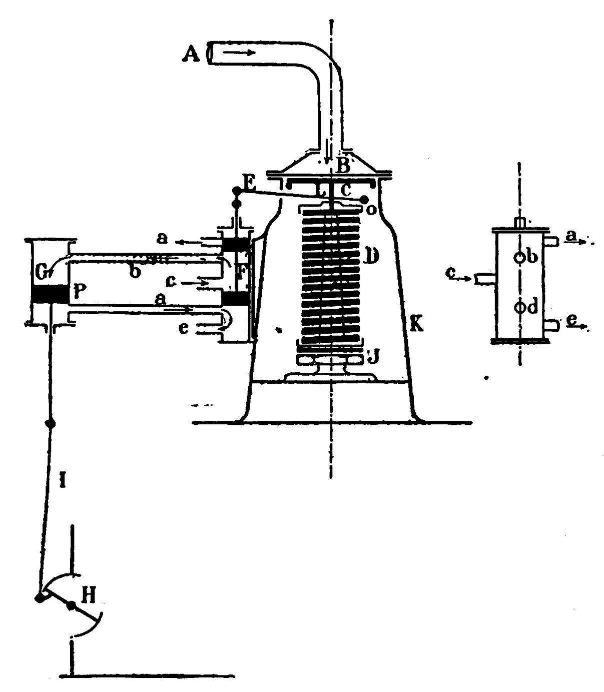


Fig. 1. — Principe de l'appareil Gadoux pour la manœuvre des portes de cendrier.

Dans la position du tiroir figurée sur le schéma de l'appareil, la pression diminue, le ressort s'allonge et fait monter

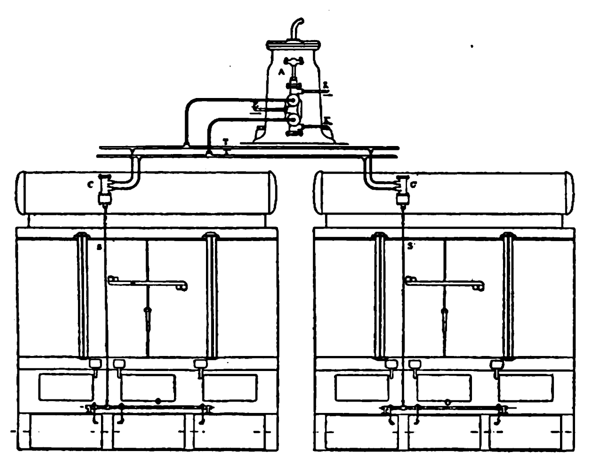


Fig. 2. — Schéma de l'installation faite à l'usine de Saint-Denis de la Compagnie Edison.

le piston C; le point E s'élève et le fluide moteur qui arrive en *c* passe au-dessus du piston P. Ce dernier s'abaisse et vient agir par sa tige sur la porte de cendrier qui s'ouvre.

Il est à remarquer dans ce dispositif que la course du piston équilibré C est constante (2 mm environ) et que celle du piston P du cylindre de manœuvre peut être aussi grande qu'on le désire. Cette course dépend uniquement des dimensions des portes de cendrier et de leur degré d'ouverture.

L'eau nécessaire au fonctionnement de l'appareil peut être recueillie pour l'alimentation des chaudières.

Aucune dépense de vapeur n'est possible. On utilise simplement sa pression au-dessus de la membrane en caoutchouc.

Une application de cet appareil vient d'être faite sur seize chaudières multitubulaires de la Compagnie Edison, à Saint-Denis.

L'installation réalisée (*fig.* 2) comporte un unique appareil équilibreur muni de son ressort, et du tiroir de distribution placé au centre des seize chaudières. Sur chacune d'elles on a disposé un piston de manœuvre qui vient agir par l'intermédiaire d'un arbre de commande sur les trois portes de cendrier de chaque chaudière. Sur deux canalisations de sortie et de rentrée d'eau sont greffés les cylindres de manœuvre.

A la suite d'essais comparatifs faits à la Compagnie Édison, il résulte que l'économie de combustible réalisée avec cet appareil est d'environ 20 pour 100.

Nettoyage des chiffons d'essuyage des machines avec récupération de l'huile (1).

La consommation des chiffons d'essuyage augmentant chaque jour, on a cherché depuis longtemps à les réutiliser après nettoyage et en même temps à récupérer l'huile dont ils sont imprégnés. Le procédé suivant donne, paraît-il, toute satisfaction à ce double point de vue.

L'opération se fait dans un appareil à force centrifuge, analogue à celui qu'on emploie dans les blanchisseries, dans lequel on introduit de la vapeur à 2 atm, sans emploi de soude ni de savon; après 15 à 20 minutes, le chiffon est débarrassé de toutes ses impuretés pendant que l'huile est soutirée au moyen d'un robinet de l'enveloppe du panier.

L'essoreuse est montée sur un socle très robuste en fonte, dans l'intérieur duquel est placé le mouvement par roues d'angle à dents taillées à la machine et actionnées par deux poulies. La grande vitesse de rotation du tambour exige une construction très solide et bien équilibrée. Le couvercle, après le chargement du chiffon, est fermé hermétiquement au moyen d'une vis avec volant portée par un étrier.

Après l'introduction de la vapeur sous pression, qui porte l'huile à son point d'ébullition, la cage intérieure perforée est mise en mouvement pendant 15 à 20 minutes, et opère pendant ce temps la séparation de l'huile, qui s'écoule à peu près à la densité de la benzine, en emportant toutes les impuretés, pourvu que celles-ci ne dépassent pas une proportion de 10 à 15 pour 100.

Les chiffons sortant de l'appareil avec 10 pour 100

(1) *Le Papier*, 10 septembre 1910; *Bull. de la Soc. des anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers*, septembre 1910, p. 1345.



d'humidité et à une certaine température, sèchent assez rapidement à l'air.

Il se produit dans l'appareil un mélange d'huile et d'eau de condensation qui sort par le robinet du bas de l'enveloppe; peu à peu l'eau s'éclaircit, indiquant ainsi qu'elle ne contient plus de graisse et la machine est arrêtée par la courroie portée sur la poulie folle.

Mais, en outre du lavage des chiffons qu'opère l'appareil, celui-ci récupère encore la presque totalité de l'huile employée; cette huile peut être employée telle quelle pour le graissage des outils à forer ou à percer ou pour la trempe.

Mais il est avantageux de l'épurer en la faisant passer dans un second appareil, également à force centrifuge, et qui peut être accouplé au premier.

L'épurateur d'huile à force centrifuge présente cet avantage sur les filtres proposés jusqu'ici qu'il opère indifféremment sur les huiles très fluides ou épaisses, qu'il purifie complètement et en très peu de temps.

L'emploi du filtre à huile est de plus très compliqué; l'appareil est sujet à un nettoyage continu sans jamais rendre à l'huile récupérée sa pureté première, surtout lorsqu'il s'agit d'huile épaisse pour cylindres. La pression centrifuge, qui atteint jusqu'à 8 atm, lui rend au contraire toutes ses qualités lubrifiantes. L'eau mélangée à l'huile se sépare de celle-ci par un tuyau spécial.

L'huile à épurer est versée dans le récipient supérieur, d'où elle coule dans le panier centrifuge tournant à 4000 tours qui la lance contre la paroi de l'enveloppe fixe; par leur poids spécifique, les impuretés mélangées se séparent de l'huile qui vient se rassembler dans le centre du tambour, où un nouveau tamis très fin retient encore les dernières impuretés spécifiquement plus légères.

Des essais ont montré que 15 kg de chiffons gras de coton donnent 8,400 kg de chiffons secs et 3,750 kg d'huile épurée. En comptant les chiffons à 25 fr les 100 kg et l'huile à 40 fr les 100 kg, on a donc retiré pour 2,10 fr de chiffons et 1,50 fr d'huile, soit au total 3,60 fr, alors que l'opération ne coûte que 0,03 fr de vapeur et de main-d'œuvre. Dans un autre essai, avec 10 kg de chiffons effilochés, on a obtenu 5,180 kg de chiffons propres et secs et 3,740 kg d'huile épurée; les chiffons effilochés valant 50 fr les 100 kg, l'opération rapporte 4,10 fr, alors que, comme la précédente, elle ne coûte que 0,03 fr.

MOTEURS A COMBUSTION INTERNE.

Résultats d'exploitation de moteurs Diesel (1).

Le moteur Diesel est aujourd'hui utilisé dans un certain nombre d'usines génératrices anglaises. Le tableau suivant, extrait du travail de M. Pfeiffer, donne les frais d'exploitation relevés dans cinq de ces usines :

Résultats d'exploitation d'usines génératrices à moteurs Diesel.

DÉSIGNATIONS.	USINES GÉNÉRATRICES.				
	Leatherhead.	Coventry.	Birmingham.	Hong-Kong.	Vera-Cruz.
Puissance installée en kilowatts	164	436	400	400	2100
Charge maximum sur feeders en kilowatts	125	405	400	»	1000
Charge moyenne de service en kilowatts	»	303	»	250	»
Facteur d'installation	»	70 p. 100	50 p. 100	»	»
Facteur de station	»	75 p. 100	25 p. 100	»	»
Facteur de charge	15,4 p. 100	29,2 p. 100	21,5 p. 100	»	30 p. 100
Kilowatts-heure	170000	517905	743100	»	1517240
Période couverte	12 mois	6 mois	12 mois	»	7 mois
Coût moyen du combustible (pétrole) par tonne	88,20 fr	75,60 fr.	67,47 fr	44,10 fr	50,40 fr
Consommation de combustible par kilowatt-heure	322 g	315,2 g	318,9 g	326,6 g	322 g
Rendement thermodynamique industriel	25,70 p. 100	26,70 p. 100	26,40 p. 100	25,70 p. 100	26,20 p. 100
Frais d'exploitation par kilowatt-heure :					
Combustible cent.	2,782	2,362	2,121	1,407	1,596
Huile, déchets, etc —	0,735	0,126	0,378	»	»
Salaires —	3,076	1,050	1,396	»	»
Entretien et réparations —	0,073	0,189	0,577	»	»
Totaux	6,666	3,727	4,472	»	»

(1) D'après une communication faite à l'Institution of Electrical Engineers, de Londres, par M. PFEIFFER (*Journ. of the Inst. of Elect. Eng.*, t. XLII, p. 567-617).



TRACTION ET LOCOMOTION.

CHEMINS DE FER.

Considérations sur quelques nouvelles questions relatives à l'électrification des grandes lignes de chemins de fer.

Dans la grande diversité de tous les systèmes possibles de traction électrique, il est facile de distinguer un nombre relativement faible de types ayant pour caractéristique commune la prise de courant aérienne unipolaire : types qui, actuellement, semblent plus particulièrement désignés comme ayant le plus de chances de donner toute sécurité à l'exploitation.

Comme pour les réseaux de grande étendue, la canalisation du courant monophasé présente une supériorité bien démontrée sur le courant continu et, faisant abstraction de la traction par courant monophasé simple, obtenue par des alternomoteurs à collecteur placés dans le véhicule, on ne reste plus en présence que d'un petit nombre de systèmes spéciaux, dont les plus intéressants sont énumérés dans le Tableau I ci-après.

Pour quelques-uns d'entre eux, le courant monophasé à haute tension, pris sur la ligne aérienne, est transformé sur les véhicules en courant continu ou en courant triphasé approprié à l'alimentation des moteurs; pour

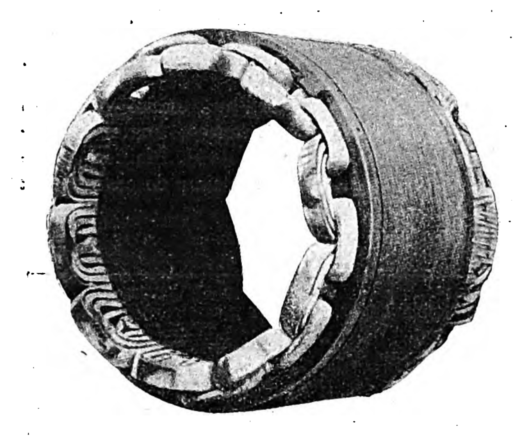


Fig. 1. — Stator d'un alternomoteur de traction des Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A. G., développant une puissance de 150 chevaux à la vitesse de 750 tours par minute avec du courant monophasé à 25 périodes par seconde.

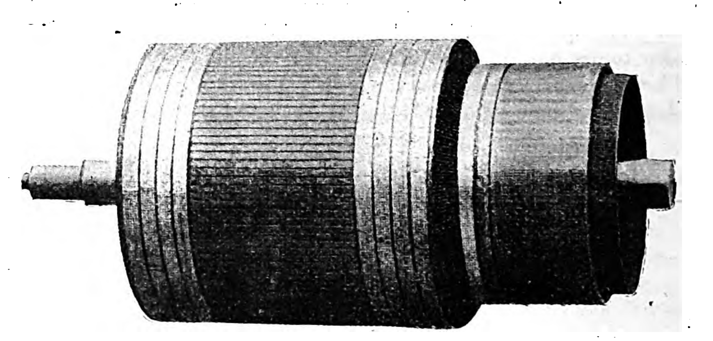


Fig. 2. — Rotor d'un alternomoteur de traction des Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A. G., développant une puissance de 150 chevaux à la vitesse de 750 tours par minute avec du courant monophasé à 25 périodes par seconde.

d'autres, le courant monophasé est employé directement pour la traction des véhicules; mais, dans ce cas, le mouvement n'est pas donné par des alternomoteurs à collecteur, mais par des alternomoteurs asynchrones, pourvus de dispositifs spéciaux qui leur permettent de développer le couple de démarrage exigé.

Tous ces systèmes n'ont reçu jusqu'ici que très peu d'applications et ils ne présentent aucun avantage particulier dans chacun des cas où le monophasé ordinaire paraîtrait moins avantageux, comme par exemple pour la traction sur les lignes de montagnes; aussi, maintenant qu'on peut considérer comme surmontées les difficultés rencontrées au début de la construction des alternomoteurs à collecteur, est-il permis d'envisager l'emploi du courant monophasé pour la traction normale des trains sur les grandes lignes de chemins de fer.

Genres de moteurs et modes de réglage. — Le Tableau II donne les caractéristiques générales des alternomoteurs de traction les plus intéressants, c'est-à-dire de ceux qui ont été essayés par les grandes maisons d'électricité et qui, pratiquement, ont donné des résultats satisfaisants.

Les figures 1 et 2 représentent le stator et le rotor d'un nouvel alternomoteur pour traction des Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A. G., construit pour du courant monophasé à 25 périodes et développant une puissance d'environ 150 chevaux à la vitesse de 750 tours par minute avec transmission par engrenages.

Comme pour les alternomoteurs à collecteur, le réglage des moteurs de traction présente des particularités à signaler (voir *fig.* 3 *a* à 3 *d*).

Actuellement le mode de réglage le plus efficace et le plus répandu consiste à faire varier la tension aux bornes du moteur à l'aide de contacts de réglage *r*, représentés sur les figures 3 *a* et 3 *b*; on utilise aussi le réglage du champ principal par connexion ou déconnexion d'enroulements partiels du champ ou par l'emploi d'un transformateur série S (*fig.* 3 *c*), généralement en communica-

TABLEAU I. — *Principaux systèmes de traction électrique alimentés par du courant monophasé.*

Nos.	INVENTÉS ou construits par	CARACTÉRISTIQUES.	RENSEIGNEMENTS DIVERS.
1.	Bion-J. Arnold.	Moteur d'induction fonctionnant sans arrêt avec stator mobile; le stator actionne un compresseur d'air, les essieux sont commandés par un moteur à air comprimé.	Brevets anglais nos 20088 et 20101, de 1901 (*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1904, p. 944.)
2.	Swinburne.	Moteur d'induction avec stator mobile comme le n° 1; le stator actionne une pompe à huile à course variable; la course du moteur à huile est variable aussi.	*Elektrotechnick und Machinenbau*, Vienne, 1904, p. 70.
3.	Sahulka.	Moteur d'induction ordinaire et moteur à air comprimé actionnant les essieux du véhicule. Le démarrage est exclusivement effectué par le moteur à air comprimé. L'air est comprimé par un compresseur spécial.	Brevet allemand n° 150733.
4.	Siemens et Halske.	Semblable au n° 3. Le moteur d'induction démarrant à vide est accouplé à une pompe à plusieurs cylindres comprimant de l'eau. Celle-ci, sous pression, actionne un moteur à plusieurs cylindres. Le réglage s'effectue en faisant varier le nombre des cylindres.	Brevet allemand n° 144263.
5.	Sahulka.	Le moteur principal est du type asynchrone avec stator mobile. La puissance du stator mobile est transmise aux essieux du véhicule par une génératrice et un moteur à courant continu.	Brevet allemand n° 217564. *Electrotechnische Zeitschrift*, 1907, p. 852.
6.	Ward Leonard.	Le véhicule porte un transformateur constitué par un moteur asynchrone accouplé à une génératrice à courant continu et les essieux sont actionnés par des moteurs à courant continu.	*Schweizerische Bauzeitung*, vol. 43, p. 83.
7.	E.-H. Geist.	Semblable au n° 6. La génératrice à courant continu est une machine compound à auto-excitation.	*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1910, p. 182.
8.	Cie égyptienne d'électricité.	Le véhicule porte un transformateur vertical de courant monophasé en courant continu, c'est-à-dire une commutatrice verticale avec balais rotatifs système Rougé-Faget. Les moteurs sont à courant continu.	*Glasers Annalen*, n° 734, 1908, p. 35.
9.	Schneider et Cie, au Creusot.	Le véhicule porte un transformateur de courant monophasé et un redresseur de courant à axe horizontal système Auvert-Ferrand. Les moteurs sont à courant continu.	*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1907, p. 676.
10.	J.-B. Halberg.	Le véhicule porte un moteur générateur à grande vitesse qui transforme le courant monophasé en courant triphasé. Le couplage des pôles du côté du triphasé peut être changé. Les essieux sont commandés par des moteurs triphasés.	*Dinglers polytechnicum Journal*, vol. 27, 1905.
11.	Kummer.	Semblable au n° 10. On peut faire varier la fréquence du courant triphasé. Les essieux sont commandés par des moteurs triphasés avec induits en court-circuit.	*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1908, p. 152.
12.	Sahulka.	Le véhicule porte un moteur monophasé asynchrone qui sert de transformateur de fréquence ou de transformateur statique. Les essieux sont commandés par des moteurs monophasés à collecteur démarrant avec du courant à basse fréquence.	*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1907, p. 835.
13.	Heyland.	Groupements en cascade généralisés. Le moteur principal est du type monophasé avec rotor à bagues.	Brevet allemand n° 155860. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1908, p. 353.

TABLEAU II. — *Moteurs monophasés à collecteur, pour la traction.*

Nos.	CONSTRUCTEURS.	GENRES DE MOTEURS.	CARACTÉRISTIQUES DIVERSES.
1.	Westinghouse et Cie.	Moteur série simple.	Pôles de champ saillants, enroulements de compensation en court-circuit ou en série avec le rotor. Raccordements avec résistances.
2.	General Electric Cie.	*a.* Moteur série simple. *b.* Moteur série à double alimentation. Moteur répulsion, série.	Enroulements de compensation en série avec le moteur. Démarrage avec rotor en court-circuit.
3.	Maschinenfabrik Œrlikon.	Moteur série ordinaire.	Pôles de champ saillants, ou aussi enroulements sectionnés. Enroulements de compensation en court-circuit ou en série avec le rotor ou sans enroulement de compensation. Les enroulements des pôles auxiliaires de commutation sont alimentés par du courant déphasé. Raccordements avec résistances, si cela est nécessaire.
4.	Siemens-Schuckertwerke.	Moteur série ordinaire.	Enroulements du stator sectionnés, enroulements de compensation en série avec le rotor. Les portions d'enroulements sont alimentées de courant et de tension dans l'axe des balais de travail. En général, raccordements avec résistances.
5.	Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke A. G.	*a.* Moteur série ordinaire. *b.* Moteur série à double alimentation.	Enroulements de compensation en série avec le rotor. Jusqu'ici raccordements avec résistances suivant les besoins. Récemment exécution sans résistances aux raccordements. Champ excité par courant différentiel (courant du rotor, moins courant du stator).
6.	Unione elettrotecnica italiana Finzi.	Moteur série ordinaire.	Au lieu des enroulements de compensation qui sont supprimés, on a prévu des pôles rainurés pour le champ. Raccordements avec résistances.
7.	Société alsacienne de Belfort.	Moteur répulsion compensé.	
8.	Brown-Boveri et Cie.	Moteur répulsion avec déplacement des balais d'après le schéma Déri avec doubles balais.	
9.	Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.	Moteur série en court-circuit avec excitation d'induit, d'après Winter-Eichberg.	Les enroulements du rotor, dans l'axe de travail, doivent être considérés comme des enroulements de compensation. { Il n'est pas possible de placer des enroulements auxiliaires de compensation dans une zone étroite. Avec ou sans pôles auxiliaires de commutation.
10.	Allmänna Svenska Aktiebolaget.	Moteur série en court-circuit avec doubles balais en court-circuit, d'après Latour.	

tion avec le réglage de tension aux bornes, ainsi que le réglage par déplacement des balais (*fig.* 3 *d*); ce dernier procédé est employé sur le moteur n° 8 du Tableau II.

Le réglage par variation de la tension, le plus efficace, peut être appliqué à l'ensemble du moteur (voir *fig.* 3 *a*), ou à chacun de ses éléments, permettant dans ce cas d'effectuer le réglage des enroulements de travail du rotor ainsi que celui des enroulements de travail du stator. Ce réglage partiel est employé sur les moteurs à double circuit (*fig.* 3 *b*) et caractérise ce genre de moteur série qu'on appelle parfois « moteur série à répulsion ».

Le réglage peut s'effectuer progressivement par degrés, en mettant successivement hors circuit les enroulements du transformateur ou bien s'effectuer sans interruption à l'aide d'un transformateur rotatif; le réglage par déplacement des balais est toujours continu.

Le réglage progressif obtenu à l'aide de transformateur gradué exige l'emploi d'un assez grand nombre d'interrupteurs, surtout pour les grandes puissances, d'où il résulte que la distribution du courant à l'aide d'un contrôleur n'est possible que pour les puissances moyennes, c'est-à-dire pour les locomotives de mines et de petites dimensions. Ces nombreux interrupteurs nécessitent beaucoup de touches de contact qui s'usent en service;

des étincelles jaillissent inévitablement en chacun des points où, selon la position d'arrêt de la manette du contrôleur, se produisent les ruptures du courant des moteurs.

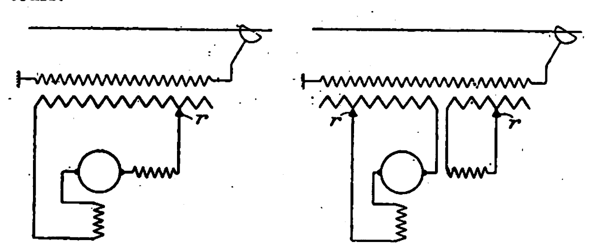


Fig. 3 *a*. — Réglage simple de la tension principale.

Fig. 3 *b*. — Réglage de la tension principale fractionnée en plusieurs degrés.

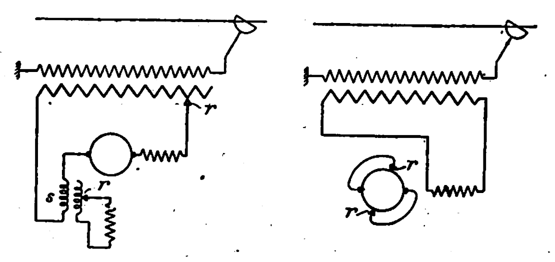


Fig. 3 *c*. — Réglage de la tension principale et du champ.

Fig. 3 *d*. — Réglage par déplacement des balais.

De même, en passant d'un cran à un autre, il n'est pas possible d'éviter la production d'étincelles, bien qu'on ait imaginé de nombreux dispositifs permettant cette manœuvre avec les transformateurs gradués sans couper le courant total ni mettre les enroulements du transformateur en court-circuit.

Enfin, il est évident que les à-coups qui se produisent au moment des variations de tension provoquent des chocs violents dans les organes de transmission du mouvement ainsi que dans les attelages des véhicules.

Les inconvénients précités, résultant d'une distribution par interrupteurs, sont particulièrement gênants pour les locomotives lourdes des grandes lignes qui, en outre, effectuent les manœuvres dans les gares, mais cependant le sont beaucoup moins pour les automotrices; c'est pour ces raisons que les administrations des chemins de fer recommandent vivement l'emploi du réglage continu obtenu avec des transformateurs rotatifs.

L'emploi des régulateurs d'induction fait, depuis plusieurs années, l'objet de nombreuses recherches, mais jusqu'ici ce système n'a pas été employé parce que les transformateurs rotatifs, particulièrement ceux établis pour du courant à basse fréquence, ont deux inconvénients importants : poids énorme et mauvais facteur de puissance.

En vue d'améliorer ce système on a imaginé de réduire au minimum possible la participation du régulateur d'induction en transformant la plus grande partie de la puissance dans un transformateur à enroulements fixes et le reste seulement dans un régulateur d'induction; de cette façon le poids du régulateur d'induction est très peu important comparativement au poids de l'équipement total et son facteur de puissance n'abaisse pas sensiblement la valeur totale du cos φ des moteurs. En outre, on s'efforce par tous les moyens possibles d'obtenir, pour le régulateur d'induction, un coefficient de puissance très élevé et, dans ce but, on réduit au minimum le jeu d'entrefer.

Afin que les variations de voltage soient bien régulièrement progressives et fonction de l'accroissement de l'angle de rotation, que la courbe qui les représente soit bien une sinusoïde et ne présente pas de zigzags brusques comme cela arrive avec les bobinages ordinaires, les enroulements du régulateur d'induction doivent avoir une disposition appropriée; il paraîtrait aussi désirable d'annuler, autant que la chose est possible, le moment de rotation pour chacune des positions angulaires, au moyen d'enroulements compensateurs appropriés.

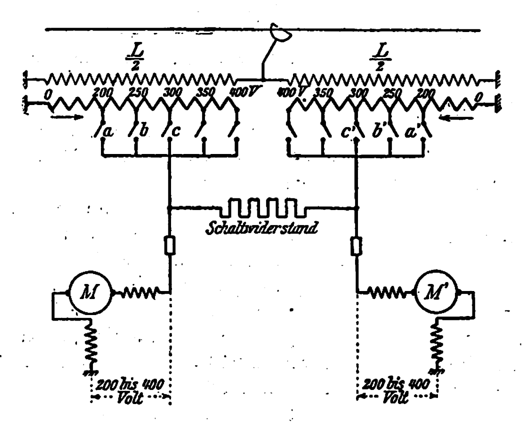


Fig. 4. — Réglage progressif de tension par transformateurs gradués.
200 *bis* 400 volts. 200 à 400 volts.
Schaltwiderstand. Résistance auxiliaire de commutation.

Toutes ces dispositions tendent à donner à ce système les avantages d'une grande uniformité.

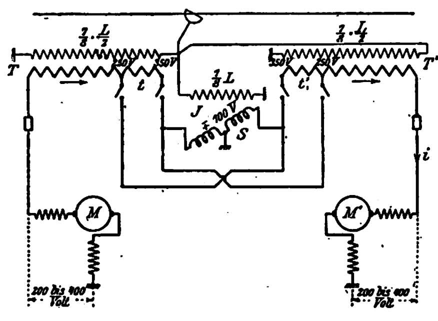


Fig. 5. — Réglage continu de la tension avec l'emploi d'un régulateur d'induction additionnel.

La différence entre les deux systèmes de réglage : réglage progressif par degrés et réglage de tension continu, est représentée sur les figures 4 et 5, qui peuvent être considérées comme des exemples typiques.

Dans chacun ces cas, il s'agit de régler la tension de deux alternomoteurs série M et M' alimentés par du courant de 200 à 400 volts; si l'un des moteurs est avarié, on l'isole, et dans les deux cas l'autre fonctionne seul.

Dans le système de réglage avec interrupteurs (*fig.* 4), le courant est pris à cinq bornes principales.

A la première borne les deux moteurs reçoivent du courant à 200 volts; à la deuxième borne ils reçoivent du courant à 250 volts, et ainsi de suite. Par l'intermédiaire de ces bornes, chacun de ces moteurs est alimenté individuellement par son transformateur et, lorsque les interrupteurs sont placés sur deux contacts alimentant les moteurs avec du courant à la même tension, il ne passe aucun courant par la résistance auxiliaire en commutation; celle-ci n'en reçoit que pendant le passage d'un cran à un autre.

A la première borne principale, les contacteurs *a* et *a'* sont fermés; pour passer à la deuxième on déplace le point de prise de courant du moteur de gauche de *a* vers *b*, ensuite celui du moteur de droite de *a'* vers *b'*; en d'autres termes, on ouvre le contacteur *a* et l'on ferme *b*, ensuite on ouvre *a'* et l'on ferme *b'* de sorte que *b* et *b'* ferment le circuit.

Pour passer à la deuxième borne il y a donc trois périodes transitoires : 1° *a'* est seul fermé; 2° *a'* et *b'* sont fermés; 3° *b* seul est fermé.

Pendant la première période de transition, le courant total vient du transformateur de droite par la borne *a'* avec une tension de 200 volts; de là il se rend directement au moteur de droite et passe par la résistance auxiliaire pour alimenter le moteur de gauche.

Pendant la deuxième période de transition, le moteur de gauche reçoit du courant à 250 volts par la borne *b* et le moteur de droite du courant à 200 volts par la borne *a'*; à cet instant, un courant de court-circuit s'établit entre la terre et le transformateur de gauche, par la borne *b*, la résistance auxiliaire *a'*, le transformateur de droite et retour à la terre. Ce courant de court-circuit est créé par les 50 volts de différence de tension qui existe dans les enroulements entre *a* et *b*; l'importance de ce courant est limitée par la résistance auxiliaire. Une étude plus minutieuse montre que la résistance auxiliaire doit être établie pour que le courant de court-circuit produit soit égal au courant absorbé par un moteur.

Les manœuvres de contacteurs à effectuer pour passer à la troisième borne sont analogues aux précédentes; dans ce cas le moteur de gauche reçoit directement le courant passant par la borne *b* et le moteur de droite est alimenté par le courant traversant la résistance auxiliaire.

La puissance de chacun des transformateurs correspond à la puissance absorbée par chacun des moteurs; elle est représentée par $\frac{L}{2}$ (*fig.* 4).

Examinons le cas d'un régulateur d'induction (voir *fig.* 5) en admettant le même réglage de tension, c'est-à-dire, pour chaque moteur, une variation de tension comprise entre 200 et 400 volts.

Comme l'indique le schéma (*fig.* 5), les $\frac{7}{8}$ de la puissance totale absorbée par les moteurs sont transformés par les enroulements fixes des transformateurs T et T' et le $\frac{1}{8}$ restant est transformé par le régulateur d'induction J.

L'enroulement secondaire S du régulateur d'induction fournit donc une tension qui s'ajoute ou se retranche de celle des transformateurs principaux.

Chaque transformateur principal fournit au maximum 350 volts et le régulateur d'induction 100 volts. Si l'on désigne par *i* le courant d'un moteur, la puissance totale en kilovolts-ampères des deux transformateurs principaux réunis est de $2 \times 350 \times i$; celle du régulateur d'induction est de $100 \times i$; cet appareil ne reçoit donc que le $\frac{1}{8}$ de la puissance totale en kilovolts-ampères.

Les manœuvres à effectuer, avec une distribution du genre de celle représentée figure 5, se succèdent donc comme suit : on ferme d'abord les contacteurs des bornes à 250 volts; à ce moment le régulateur d'induction se trouve dans une position telle qu'il fournit un maximum de tension en opposition avec celle des enroulements du transformateur principal et chaque moteur reçoit $\frac{1}{2}(500 - 100) = 200$ volts, c'est-à-dire sa tension minimum.

Ensuite on fait tourner progressivement l'enroulement secondaire du régulateur d'induction de 180° jusqu'à ce que, arrivé à la borne de 250 volts, il fournisse le courant additionnel à son maximum de tension. Dans cette position chaque moteur reçoit

$$\tfrac{1}{2}(500 + 100) = 300 \text{ volts.}$$

Ensuite, on ferme les contacteurs des bornes à 350 volts; à ce moment le régulateur d'induction présente sur celles-ci une tension d'opposition maximum. Les moteurs reçoivent alors une même tension par deux voies différentes : d'un côté $\frac{1}{2}(500 + 100) = 300$ volts et, de l'autre côté, $\frac{1}{2}(700 - 100) = 300$ volts.

A ce même instant le courant de court-circuit des enroulements de réglage *t* et *t'* des transformateurs est supprimé, car la tension du courant, dans les enroulements secondaires S du régulateur d'induction, est égale et opposée à la tension du courant dans les enroulements de réglage de tension du transformateur.

Si maintenant on ouvre les contacteurs des bornes à 250 volts il ne se produira aucune étincelle de rupture. Pour obtenir une tension plus élevée il suffit de faire tourner progressivement le régulateur d'induction de 180°, dans le même sens, jusqu'à ce que finalement arrivé à la borne de 350 volts il fournisse le courant additionnel à sa tension maximum; à ce moment chaque moteur est alimenté par du courant à la tension maximum de

$$\tfrac{1}{2}(700 + 100) = 400 \text{ volts.}$$

D'après le dispositif représenté figure 5, en employant seulement deux contacteurs par moteur et un régulateur d'induction ayant une puissance égale au $\frac{1}{8}$ de la puissance totale, on réalise progressivement, sans formation d'étincelles aux bornes de contact, un réglage de tension gradué dans le rapport compris entre les limites 1 à 2; en outre les inconvénients signalés ci-dessus : poids et $\cos\varphi$ sont très atténués par suite des faibles puissances mises en jeu.

On pourrait aussi réaliser un réglage compris entre les mêmes limites de 1 à 2 en employant un régulateur d'induction dont la puissance serait seulement le $\frac{1}{12}$ de la puissance totale, mais combiné avec trois contacteurs au lieu de deux.



Le Tableau suivant indique la puissance qu'il faudrait donner au régulateur d'induction d'une distribution du genre de celle représentée figure 5, équipée avec plus ou moins de contacteurs.

Réglage de tension de E à 2 E.

Nombre de bobines de réglage au transformateur.	Nombre de contacteurs.	Puissance du régulateur d'induction en fractions de la puissance L du véhicule.
0	1	$\frac{1}{4} L$
1	2	$\frac{1}{8} L$
2	3	$\frac{1}{12} L$
3	4	$\frac{1}{16} L$
n	$n+1$	$\frac{1}{4 \times [n+1]} \times L$

Quand on fait usage d'un transformateur n'ayant pas de bobines de réglage, comme celui représenté figure 6, la puissance du régulateur d'induction additionnel doit être le $\frac{1}{4}$ de la puissance totale, comme l'indique le Tableau ci-dessus; cette fraction de la puissance totale peut en général être considérée comme trop grande, car, particulièrement pour du courant à 15 périodes, le poids et le facteur de puissance du régulateur d'induction seraient défectueux.

La locomotive d'essai, construite par la Société Westinghouse pour la Suède, était munie d'un régulateur d'induction de ce genre (régulateur de potentiel), construit pour transformer $\frac{1}{4}$ de la puissance totale; d'après le rapport de M. Dahlander la valeur de cos φ a été trouvée d'environ 0,62 en marchant avec le régulateur d'induction et de 0,81 en effectuant le réglage à l'aide de contacteurs sans régulateur d'induction.

Il serait possible, sans trop de difficultés, de commander plusieurs régulateurs d'induction par le système unités multiples et de les verrouiller au même point; la figure 6 représente, à titre d'exemple, une distribution de ce genre;

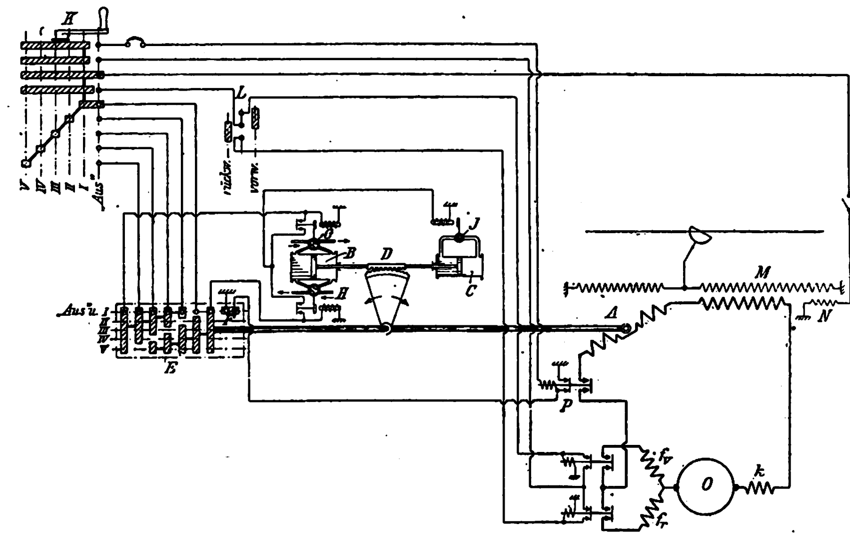


Fig. 6. — Commande de régulateur d'induction d'après le système des « unités multiples ». Brevet Allemand n° 219079 des Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A. G.
(Zeichenerklärung : Légende. Vorw : En avant. Rückw : En arrière. „ Aus " : Cran d'arrêt.)

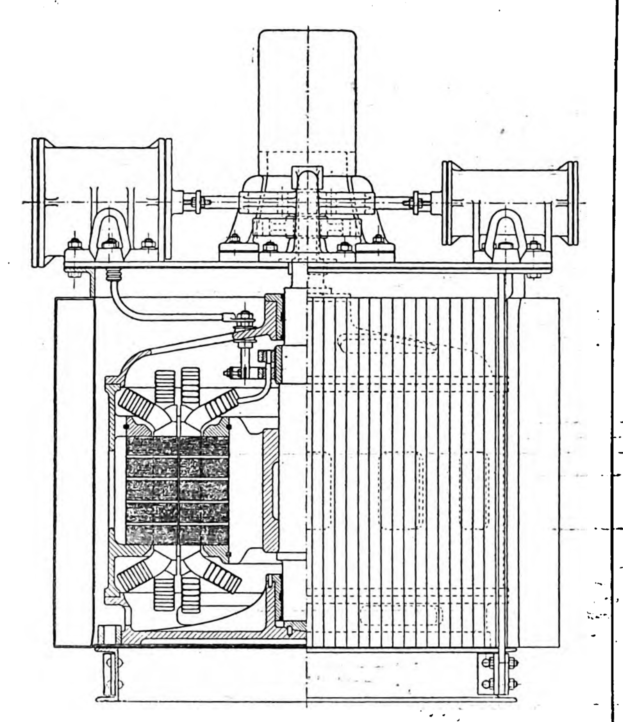
A. Régulateur d'induction additionnel.
B. Cylindre à air comprimé actionnant le régulateur d'induction.
C. Frein à huile.
D. Commande par crémaillère.
E. Contrôleur auxiliaire.
F. Contact au cran O du régulateur d'induction.
G. Soupape double à commande électrique pour la rotation dans le sens de la flèche →
H. Soupape double à commande électrique pour la rotation dans le sens de la flèche ←
I. Soupape by-pass du frein à huile.
K. Manipulateur-contrôleur principal du courant de distribution.
L. Commutateur du changement de marche.
M. Transformateur principal.
N. Enroulement auxiliaire du transformateur pour le courant de distribution.
O. Moteur de traction.
f_v. Enroulements de champ pour la marche en avant.
f_r. Enroulements de champ pour la marche en arrière.
K. Enroulements de compensation.
P. Interrupteur principal électromagnétique pour le courant du moteur.

dans ce cas le régulateur d'induction A est actionné par un mouvement mécanique, un cylindre à air comprimé B, par exemple. L'arrêt automatique est obtenu à l'aide d'un frein à huile C. Le petit manipulateur électrique auxiliaire E, qui est accouplé au régulateur d'induction, agit de telle sorte que ce dernier est toujours enclenché au cran correspondant à la position du levier du contrôleur principal K.

La figure 6 donne un schéma de la distribution et montre clairement le fonctionnement des appareils; pour plus de clarté, l'enroulement fixe du transformateur avec lequel le régulateur d'induction, faisant l'office de régu-

lateur auxiliaire est relié en série, est représenté sans bobine de réglage.

Les figures 7 *a* et 7 *b* représentent la commande du régulateur d'induction d'une locomotive à marchandises dont



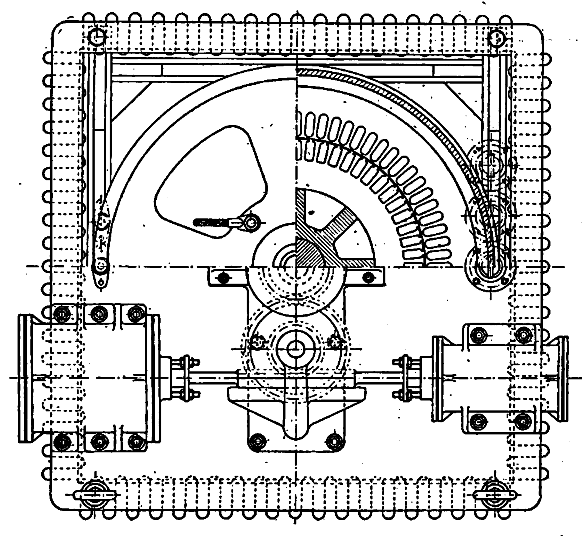


Fig. 7 *a* et 7 *b*. — Régulateur d'induction d'une locomotive électrique pour trains de marchandises, échelle : $\frac{1}{10}$.

la distribution est à peu près du type de celle représentée figure 5. Actuellement on s'efforce non seulement de réaliser la continuité du réglage principal des moteurs, mais encore la continuité de réglage de certaines parties des moteurs, particulièrement du champ dans la zone des balais de travail, c'est-à-dire de la partie du champ de commutation qui oscille avec un déphasage de 90° par rapport au champ magnétique principal.

On sait que le but de ce déphasage du champ de commutation est de produire, dans les bobines mises en court-circuit par les balais, une force électromotrice de rotation qui soit capable d'annuler la force électromotrice de transformation produite par le champ magnétique principal dans les mêmes bobines.

Ce champ, dont la phase est décalée de 90°, doit, d'une part, être d'autant plus grand que le champ magnétique principal est plus grand et, d'autre part, d'autant plus grand que le nombre de tours du moteur est plus réduit. Comme au moment du démarrage la tension de rotation est nulle, le déphasage du champ de commutation doit être infiniment grand; il en résulte que, dans les premiers instants de la marche, l'annulation de la force électromotrice de transformation, ainsi que les courants de court-circuit et les étincelles aux balais sont pratiquement inévitables, mais dès que le moteur atteint une certaine vitesse, même très faible, on peut empêcher la formation des étincelles.

Pour assurer une commutation idéale aux gros moteurs, il convient donc de faire varier graduellement le déphasage du champ de commutation, et pour cela il y a lieu d'employer le régulateur d'induction qui réduit, d'une manière continue, le champ de commutation en question pendant que le champ magnétique principal diminue aussi et que le nombre de tours augmente progressivement.

Si par une simple disposition de contacteurs on arrive à supprimer complètement les étincelles pour chaque cran de marche, on peut admettre que le moteur monophasé à collecteur est l'égal du moteur à courant continu et qu'il pourra être alimenté avec du courant à haute tension. Si actuellement on considère comme maximum l'alimentation de l'induit avec du courant de 25 périodes à 300 volts ou du courant de 15 périodes à 500 volts, il est permis d'espérer que, comme pour le continu, on pourra amener aux bornes des moteurs du courant à 1000 volts. Cette simple disposition constituerait un progrès très important et avantageux au point de vue de la construction de tous les appareils de manœuvre des trains.

A titre d'exemple, un moteur ayant une puissance nominale de 600 chevaux, alimenté actuellement par du courant à 500 volts et possédant des appareils de connexion établis pour 1400 ampères, pourrait être remplacé par un moteur alimenté avec du courant à 1000 volts dont les appareils de commutation ne recevraient plus que 700 ampères et qui serait de ce fait plus facile à construire.

(*A suivre.*) C. HEILFRON (1).

(1) Traduit par M. COSSIN, d'après l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, Heft 12 et 13 de 1910.



ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

OZONE.

Le prix de revient de la stérilisation de l'eau au moyen de l'ozone, par le procédé Otto.

On sait que le procédé Otto est aujourd'hui utilisé avec succès dans diverses installations, en particulier à Saint-Maur pour la stérilisation de l'eau de la Marne destinée à l'alimentation de Paris, à Cosne (Nièvre) pour la stérilisation de l'eau de la Loire, à Chartres, et plus récemment à Nice (usines de Rimiez et de Bon-Voyage). D'un article publié récemment (¹) nous extrayons les deux figures ci-après qui représentent,

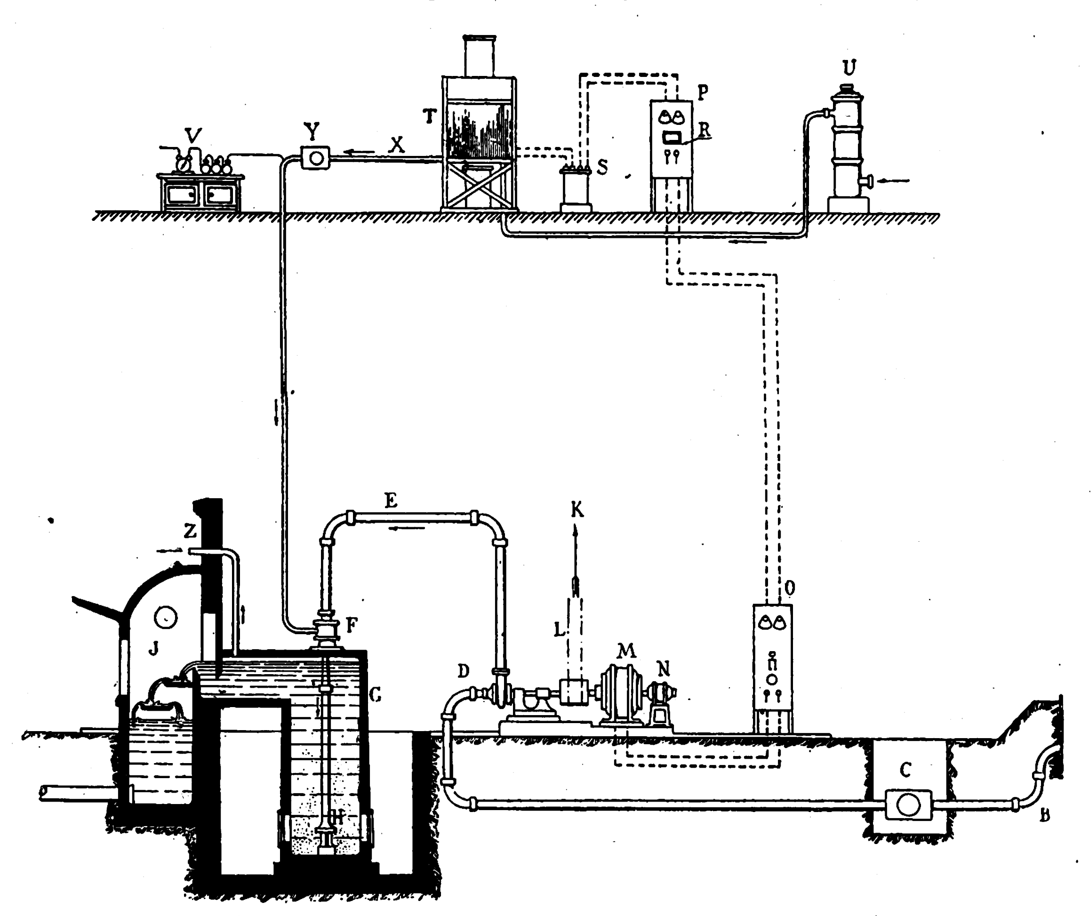


Fig. 1. — Schéma général d'une installation de stérilisation, système Otto.

l'une l'ensemble d'une installation et l'autre la coupe d'un émulseur chargé de mélanger intimement l'eau et l'ozone.

Le même article fournit les renseignements suivants sur le prix de revient de la stérilisation :

Dans l'installation de Bon-Voyage le prix de revient du mètre cube d'eau stérilisée a été établi de la façon suivante : la dépense d'énergie est de 1,26 kilowatt-heure par 100 m³, ce qui donne par mètre cube, à raison de 0,03 fr le kilowatt-heure,

$$\frac{1,26 \times 0,03}{100} = 0,000378 \text{ fr.}$$

Les frais d'entretien et les salaires du personnel reviennent à 15000 fr par an, ce qui, pour une produc-

(¹) *Revue industrielle*, 22 octobre 1910, p. 421.

tion de 22500 m³ par jour, représente une dépense par mètre cube de

$$\frac{15\,000}{22\,500 \times 365} = 0{,}0018 \text{ fr.}$$

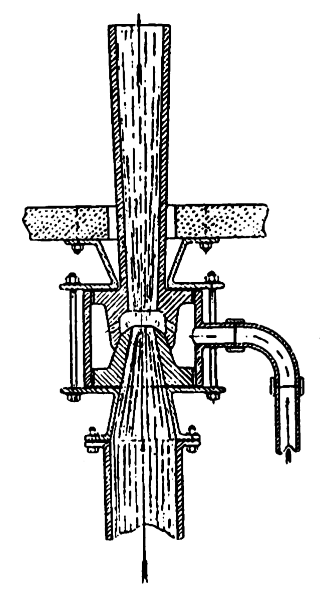


Fig. 2. — Coupe de l'émulseur.

Enfin, les frais de pompage nécessités par la disposition de l'usine exigent une puissance de 51,028 kilowatts, ce qui revient par mètre cube à

$$\frac{51{,}028 \times 0{,}03 \times 24}{22\,500} = 0{,}00163 \text{ fr.}$$

La dépense totale par mètre cube est donc de

Ozonation	0,000378 fr
Frais de personnel et d'entretien	0,001800
Pompages	0,001630
Total	0,003808 fr

A l'usine de Rimiez, où l'on dispose d'une chute d'eau, le pompage n'est pas nécessaire; d'autre part, l'énergie électrique, empruntée à la même chute d'eau, n'entraîne aucune dépense; la dépense par mètre cube se trouve de ce fait réduite à 0,0029 fr.

ALUMINIUM.

La soudure autogène de l'aluminium.

La difficulté qu'on rencontre à souder l'aluminium à lui-même est une des causes principales du peu de développement qu'ont pris les applications industrielles de ce métal, auquel on prévoyait un avenir beaucoup plus brillant lorsqu'il fut démontré que le four électrique est capable de le produire à très bon marché. Les électriciens ne peuvent donc que s'intéresser à la solution du problème de la soudure de l'aluminium, lequel commence d'ailleurs à être utilisé dans les installations électriques. D'après un article récent (¹) la solution pratique serait enfin trouvée.

La principale difficulté de la soudure autogène de l'aluminium provient de la formation d'alumine qui ne fond qu'à 3000°. Lorsque les pièces à souder ont une forte épaisseur, on peut cependant effectuer la soudure sans employer de flux destinés à dissoudre cette alumine; dans ce cas on enfonce la baguette de soudure dans le chanfrein et l'on fond le métal à l'abri de la couche d'alumine qui se forme à la surface.

Mais pour les pièces de faible épaisseur, l'emploi d'un flux décapant est indispensable. Ce flux doit être plus fusible que l'aluminium, plus léger que l'aluminium une fois fondu, pas trop fluide pour former à la surface une couche protectrice ininterrompue. Or, les composés chimiques capables d'éliminer l'alumine peuvent agir de deux manières différentes : 1° par simple dissolution de l'oxyde : c'est le mode d'action des chlorures, des fluorures, de la cryolithe (²); 2° par destruction de l'alumine avec formation simultanée d'un composé nouveau.

La cryolithe (fluorure double de sodium et d'aluminium) doit être employée avec parcimonie, car elle attaque l'aluminium et encrasse la soudure.

Les chlorures de sodium, de potassium et de lithium dissolvent bien l'alumine; le chlorure de lithium permet de régler la fluidité et le point de fusion du mélange de sel employé. Il est à remarquer que l'emploi du chlorure de potassium est à peu près indispensable, car ce corps, peu volatil, donne de la fixité au mélange des sels.

L'emploi d'un mélange de chlorure de potassium, de chlorure de sodium, de chlorure de lithium et de fluorure de potassium permet donc de dissoudre parfaitement la couche d'alumine. Il importe cependant d'adjoindre à ce mélange de sels un corps chimique capable de détruire alors l'alumine et d'éviter, par suite, son interposition dans le métal.

Les composés capables de détruire l'alumine sont assez nombreux et connus depuis très longtemps, mais il n'y en a qu'un petit nombre qui soient susceptibles de donner de bons résultats. Il faut d'abord que le composé résultant de la combinaison de l'oxyde et de l'agent décapant soit très fusible et de faible densité ou très volatil pour éviter toute interposition à l'intérieur du métal. De plus, il ne faut pas que les réactions mutuelles des différents corps en présence puissent donner naissance à un élément nuisible aux propriétés du métal.

Les alcalis : soude et potasse, qui attaquent l'alumine, ne donnent pas de bons résultats.

Si l'on essaie de procéder à la soudure de l'aluminium avec de la silice ou des silicates alcalins, dont on augmente la fluidité par une addition de borate de sodium ou l'acide borique, on peut arriver à réaliser la réunion des deux parties métalliques. Le mélange silicate et borate forme, sous le chalumeau, un vernis suffisamment visqueux qui décape bien le métal.

(¹) Raoul Amédéo, *Revue de la Soudure autogène*, juillet 1910.

(²) Toutefois, il est à remarquer que le chlorure de lithium chauffé au rouge dégage de l'acide chlorhydrique, qui forme avec l'alumine du chlorure d'aluminium très volatil.

Un mélange de chlorures alcalins contenant 10 à 15 pour 100 de silicate de sodium donne également des résultats qui paraissent satisfaisants. Mais il y a lieu de craindre que la silice ou le composé silicié qui existe *à l'état très divisé dans le mélange de sels* ne subisse, au contact de l'aluminium fondu, une réduction donnant naissance à du silicium, dont l'incorporation au métal en fusion, même à de très faibles teneurs, communiquera aux parties soudées une altérabilité remarquable aux agents atmosphériques ou aux composés chimiques.

Il existe dans le commerce certains flux décapants destinés à la soudure de l'aluminium qui contiennent, comme décapants, des silicates alcalins. Leur emploi n'est pas à recommander toutes les fois qu'il s'agira d'exécuter des soudures d'objets exposés à la pluie ou des récipients destinés à contenir des produits chimiques, de l'acide nitrique, par exemple. L'auteur a pu voir des bacs en aluminium ayant contenu de l'acide azotique dont les soudures n'étaient plus représentées que par des traînées de matière spongieuses sans aucune consistance, alors que le métal voisin était inaltéré. De tels accidents ne peuvent s'expliquer que par l'incorporation dans l'exécution de la soudure d'éléments étrangers en faibles quantités, formant avec l'aluminium des couples voltaïques amenant la destruction rapide de la partie soudée.

Les bisulfates alcalins ne présentent pas ces inconvénients. En effet, sous l'influence de la chaleur, ils décomposent les chlorures et fluorures avec dégagement d'acide chlorhydrique ou fluorhydrique qui attaquent l'alumine avec une grande énergie, avec formation de chlorure ou de fluorure d'aluminium et de vapeur d'eau, composés essentiellement volatils.

Les réactions sont les suivantes :

$$SO^4NaH + NaCl = HCl + SO^4Na^2,$$
$$SO^4NaH + LiCl = HCl + SO^4NaLi,$$
$$SO^4NaH + KCl = HCl + SO^4NaK,$$
$$Al^2O^3 + 6HCl = \underset{\text{(volatil)}}{Al^2Cl^6} + 3H^2O,$$
$$Al^2O^3 + 6HF = \underset{\text{(volatil)}}{Al^2F^6} + 3H^2O.$$

Le mélange de sels suivant a donné à l'auteur de très bons résultats pour la soudure de l'aluminium pur ou des alliages à haute teneur en aluminium :

Chlorure de sodium ($NaCl$)	30 g
Chlorure de potassium (KCl)	45 —
Chlorure de lithium ($LiCl$)	15 —
Fluorure de potassium (KF)	7 —
Bisulfate de sodium (SO^4NaH)	3 —
	100 g

La préparation des parties à souder est très simple. Elle consiste dans un nettoyage des bords à réunir, qu'on fait précéder d'un chanfreinage pour les pièces de forte épaisseur.

Le métal d'apport à utiliser pour la soudure de l'aluminium est du fil d'aluminium aussi pur que possible.

Pour les réparations de pièces en alliages d'aluminium, carters d'automobiles, par exemple, le meilleur métal d'apport à employer est constitué par des baguettes taillées dans des déchets de pièces analogues soigneusement décapées.

Actuellement il n'existe dans le commerce que bien peu de métaux d'apport spéciaux qui permettent, par leur composition rationnelle, de réaliser de véritables soudures autogènes. On vend, sous le nom de « métal d'apport pour soudure autogène de l'aluminium », des alliages très complexes et la plupart des métaux entrent dans la composition de ces « alliages spéciaux », l'aluminium seul en est rigoureusement excepté !... Il est superflu de dire que la soudure autogène réalisée avec ces « produits spéciaux » ne présente, dans la plupart des cas, qu'une faible résistance et n'est, en réalité, qu'un collage grossier des parties à souder. La réparation, toujours visible, est très altérable à l'air humide.

Voici, à titre indicatif, la composition d'un de ces « produits spéciaux » pour aluminium. La soudure réalisée avec un tel métal d'apport est incontestablement « hétérogène » :

Cuivre	10
Plomb	0,5
Zinc	89
Fer, antimoine, cadmium	0,5

Or, la composition moyenne des carters d'automobiles est à peu près la suivante :

Aluminium	85 à 90 pour 100
Zinc	15 à 10 —
Cuivre	0,5 à 1 —
Silicium	traces

L'alliage du commerce qui se rapproche le plus de cette composition a donné à l'analyse les résultats suivants :

Aluminium	90,4
Cuivre	2,75
Zinc	4,2
Fer	2,2
Silicium	0,3

Les résultats obtenus avec ce métal d'apport sont satisfaisants.

Les usines électrochimiques de l' « Aluminium-Industrie Aktien Gesellschaft », de Neuhausen.

C'est en 1838 que fut fondée cette Société en vue de la fabrication des produits chimiques par l'électricité et tout particulièrement de la fabrication de l'aluminium. Cette dernière fabrication fut tout d'abord réalisée à Neuhausen, où la Société est concessionnaire pour une durée de 40 ans, et contre payement de 4 fr par cheval-an, d'une puissance de 4000 chevaux prise aux célèbres chutes de Schaffouse (Suisse).

L'usine de Neuhausen devint bientôt insuffisante. Or, en raison du pittoresque de ces chutes et du nombre considérable de visiteurs qu'elles attirent, la Compagnie ne pouvait songer à obtenir des autorités suisses une augmentation de la puissance concédée. Elle dut chercher un autre emplacement et obtint la concession pour 90 ans

d'une puissance de 5000 chevaux, sur le Rhin, à Rheinfelden, dans le grand-duché de Bade. Cette seconde usine, entrée en exploitation en 1898, fabrique soit de l'aluminium, soit du carbure de calcium.

Une troisième usine, de 9000 chevaux, fut mise en exploitation en 1899 à Lend-Gastein (Autriche), et une quatrième, d'une puissance de 6000 chevaux, fut exploitée à partir de 1902 à Lend-Rauris (Autriche).

Voulant augmenter encore sa production, l'Aluminium-Industrie entreprit, en 1905, la construction d'une nouvelle usine très importante (50000 chevaux) à Chippis (Valais), alimentée par les eaux de la Navizance et du Rhône. L'achèvement de cette usine a été retardé en raison de difficultés assez grandes rencontrées dans le percement du tunnel de la Navizance, mais l'on y utilise cependant une partie de la puissance disponible à la fabrication de l'aluminium. On y procédera prochainement à la fabrication de l'acide azotique par le procédé Moscicki.

Afin de se procurer l'alumine anhydre entrant dans la fabrication de l'aluminium, l'Aluminium-Industrie Gesellschaft s'est intéressée dans la Chemische Fabrik Goldschmieden, H. Bergius et C°, fabrique située en Silésie, et a même construit dans le voisinage de celle-ci une autre usine. En outre, l'Aluminium-Industrie Gesellschaft possède et exploite, en particulier dans le midi de la France, des gisements de bauxite, qui lui fournissent la matière première nécessaire à la fabrication de l'alumine, soit pour l'usine Bergius, soit pour l'usine de Marseille appartenant à sa filiale, la Société française pour l'industrie de l'aluminium.

FER ET FERRO.

Électrodéposition du fer (1).

On n'a pu jusqu'ici obtenir du fer électrolytique en couches un peu épaisses : Si la densité de courant est faible, l'opération est trop longue; si la densité est grande, il y a formation d'hydrogène à la cathode et le fer obtenu est poreux.

De nombreuses recherches ont cependant déjà été faites sur ce sujet. Lee, en opérant sur des solutions de sulfate ferreux, neutres ou acides ($\frac{5}{100}$ de molécule de SO^4H^2 par litre), a trouvé avantageux de prendre un bain contenant 12 pour 100 de fer et maintenir à 70° C. : à cette température, l'hydrogène fixé sur le fer est très faible et la tendance à la cristallisation du fer est fortement diminuée; l'inconvénient est que le sulfate de fer cristallise par refroidissement.

Merck a fait des essais avec des solutions de chlorure ferreux; le dépôt obtenu est plus poreux qu'avec le sulfate.

Burgess et Hambuechen ont essayé des mélanges de sels ferreux et de sels d'ammonium ou de sodium; le mélange de sulfate ferreux et de sulfate d'ammonium est celui qui leur a donné les meilleurs résultats.

La technique la meilleure serait donc en définitive, pour obtenir du fer en couches épaisses par électrolyse, d'employer une solution double normale de sulfate ferreux, acidifiée par l'acide sulfurique de façon à être 0,01 normale en acide, une densité de courant de 2 amp : dm² de cathode, à 70° C., et enlever au fur et à mesure l'hydrogène adhérent à la cathode par un courant gazeux qui agite en même temps le bain de façon suffisante.

(1) *Journal du Four électrique et de l'Électrolyse*, 1er nov. 1910, p. 471.

L'emploi du ferro-titane en métallurgie (1).

En raison de son affinité pour l'oxygène, le titane, corps de la famille du silicium, est un agent très efficace de désoxydation des bains d'aciers dont il augmente la fluidité en les débarrassant d'une grande partie de l'oxyde qu'ils renferment. Mais, en outre, il possède la propriété, assez rare, de se combiner avec l'azote, et, en raison de cette propriété, il permet d'éviter la formation de soufflures en absorbant complètement les gaz occlus.

Le titane se rencontre dans la nature sous forme de titanate de fer $FeTiO^3$. Il n'est pas utilisable sous cette forme en métallurgie, mais le four électrique permet d'obtenir facilement de ce minerai du ferro-titane contenant 12 à 15 pour 100 d'acide titanique, 6 pour 100 de carbone, 5 pour 100 d'impuretés diverses et 75 pour 100 de fer.

Les meilleurs résultats s'obtiennent en prenant, pour le traitement des bains d'acier, un ferro-titane à 10-15 pour 100 d'acide titanique. Si la teneur est plus élevée, le titane, dont le point de fusion est plus haut que celui de l'acier, se dissémine difficilement dans le bain. Il suffit d'ajouter 1 pour 100 de ferro-titane à 10 pour 100 d'acide titanique pour éliminer tout l'azote et la plus grande partie de l'oxygène restant dans le bain. Dans certains cas on peut même réduire la quantité d'alliage à 0,5 pour 100, quantité qui est généralement suffisante pour faire disparaître les soufflures et les amas cristallins qu'on rencontre dans l'acier Bessemer. Cette addition augmente le prix de l'acier d'environ 10 fr par tonne. Mais cette augmentation de prix est largement compensée dans le cas de l'acier à rails, car des essais suivis ont permis de constater que les rails en acier au titane ont une durée 3 à 6 fois plus grande que les rails en acier Bessemer. D'ailleurs, quel que soit l'usage auquel on destine l'acier, le traitement au ferro-titane ne présente que des avantages : l'acier au titane est moins fragile que l'acier ordinaire; en outre, il s'échauffe moins par le frottement que celui-ci et par suite se travaille mieux sur la machine-outil.

CUIVRE.

Usine d'affinage de cuivre de la Société métallurgique de Livourne (2).

La Société métallurgique de Livourne a créé, en 1900, une grande installation électrolytique destinée à lui fournir une partie du cuivre, très pur, qu'elle emploie

(1) *Journal du Four électrique et de l'Électrolyse*, 1er nov. 1910, p. 468.

(2) *Journal du Four électrique et de l'Électrolyse*, 1er novembre 1910, p. 464.



pour la fabrication des conducteurs électriques, et qui lui permet de mieux utiliser les minerais cuprifères italiens ou étrangers qui, par leur pureté et leur composition, se prêtent au traitement électrométallurgique.

L'installation couvre environ 5800 m², dont 4400 sont occupés par les batteries de bains électrolytiques et des machines. Les batteries se composent de 432 bains, répartis en 24 files de 18 bains chacune et disposés entre eux en cascade, afin d'obtenir une circulation complète et continue de l'électrolyte.

Les bains sont formés de caissons en bois revêtus de plaques de plomb; ils ont une capacité d'environ 1 m³. Sur le bord supérieur s'appuient, au-dessus de supports isolants, les barreaux conducteurs sur lesquels prennent contact les lames qui fonctionnent comme électrodes.

Les anodes, du poids de 120 kg environ, ont une forme rectangulaire et se terminent, à leur partie supérieure, par deux bras courts, par lesquels elles s'appuient sur les barreaux conducteurs du courant.

Le cuivre dont elles sont formées présente la composition moyenne suivante, laquelle résulte d'analyses nombreuses :

Cu = 98,5	Fe = 0,07	Ag = 0,07
	As = 8,20	Bi = 0,25
	S = 0,25	Pb = 0,17
	Sn et Sb = 8,10	SiO^2, etc.

Les anodes peuvent rester dans les bains de 20 à 30 jours, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'elles soient devenues assez minces pour offrir trop de résistance au passage du courant : on les enlève alors et on les remplace par des neuves. Elles sont au nombre de neuf par bain et occupent les rangs pairs.

Les cathodes sont formées de feuilles minces de cuivre électrolytique, obtenues par un système spécial dans des bains convenables; elles sont un peu plus petites que les anodes et sont suspendues à une barre de bois qui sert également à porter la bande de cuivre pour le passage du courant. Les cathodes sont au nombre de dix par bain et occupent les rangs impairs; elles restent immergées pendant 15 à 18 jours, jusqu'à ce qu'elles atteignent le poids de 40 à 50 kg; elles sont alors enlevées et remplacées par des neuves.

L'électrolyte qui circule dans les bains est de l'eau additionnée de 130 g de sulfate de cuivre et de 120 g d'acide sulfurique par litre. La circulation doit être continue si l'on veut conserver l'homogénéité du bain. A cet effet, on a placé, à un niveau de 3 m au-dessus des bains, un caisson de dépôt, d'où la solution descend dans le premier bain et passe de celui-ci, au moyen de siphons, dans tous les autres bains de la série, jusqu'à ce que, du dernier bain, elle tombe à terre dans une fosse, d'où une pompe la ramène au caisson de dépôt.

Pour diminuer la résistance électrique à l'intérieur des bains et pour favoriser l'épuration chimique de l'électrolyte, on réchauffe ce dernier dans le caisson de dépôt à 50°, au moyen de serpentins de vapeur; on obtient ainsi une augmentation notable de rendement, attendu que la résistance électrique diminue d'environ 2 pour 100 par degré centigrade.

Durant l'électrolyse, la solution tend toujours à s'enrichir en sulfate de cuivre et à s'appauvrir en acide libre en vertu de la réaction

$$CuSO^4 + Cu = Cu^2SO^4,$$
$$Cu^2SO^4 + H^2SO^4 + O = 2CuSO^4 + H^2O.$$

Or, il est très important de maintenir constant le titre de la solution; dans ce but, on a intercalé, dans les batteries, un certain nombre de bains, avec des anodes insolubles de plomb. Le courant électrolyse la solution en décomposant le sulfate de cuivre et mettant en liberté l'acide correspondant.

Les bains à anodes de plomb contribuent, en outre, à la purification de la solution. A la longue toutefois, la teneur de l'électrolyte en métaux étrangers s'accroît au point d'altérer la régularité de la marche de l'électrolyse; il est alors nécessaire de remplacer l'électrolyte.

Voici des analyses de solutions effectuées à diverses périodes :

Après un mois de travail :

As......................	1,29 g par litre
Bi......................	0,54 —
Fe......................	0,35 —

Après trois mois de travail :

As......................	2,80 g par litre
Bi......................	0,65 —
Fe......................	1,07 —

On traite à part les solutions impures retirées des bains pour en extraire le sulfate qui est employé à la préparation de nouvelles solutions.

Toutes les impuretés précipitées au fond des bains contiennent une grande quantité d'éléments auxquels on fait subir un traitement approprié pour en tirer parti. Voici un exemple de la composition de ces résidus :

Cu = 52,50 pour 100	Ag = 4,40 pour 100
Au = 0,055 —	Bi = 4,54 —
Pb = 6,18 —	As = 1,60 —
Sn et Sb = 2,00 —	SiO^2, S, etc.

Le courant qui passe par chacune des quatre batteries de bains a une intensité de 1000 ampères sous 50 volts, et comme dans chaque bain on a 10 électrodes en parallèle, pour une surface totale de 10 m², on a une densité de courant de 1 ampère par décimètre carré d'électrode.

Les barreaux conducteurs de cuivre, qui servent de supports aux électrodes, ont une section de 600 mm².

La différence de potentiel aux électrodes de chaque bain est d'environ 0,35 à 0,45 volt; ce n'est que dans les bains à anodes de plomb qu'elle atteint 2 volts.

Le cuivre électrolytique produit dans les bains présente une structure microcristalline compacte, et une couleur rose claire caractéristique. Son titre est de 99,7 à 99,9 de cuivre; sa conductibilité électrique, en prenant pour résistance spécifique celle de Matthiesen (1,579 microhm à 0°) est comprise entre 99,5 et 99,7 pour 100.

La production journalière de l'usine est d'environ 10 t de cuivre électrolytique, qui est employé à préparer du fil

pour conducteurs électriques, du fil spécial de bronze pour les téléphones de l'État et divers autres alliages.

Les quatre batteries contiennent ensemble une charge de 600 t de cuivre et 500 m^3 d'électrolyte en circulation.

L'énergie électrique, nécessaire pour le fonctionnement des bains, est fournie par quatre dynamos à courant continu qui donnent au total 4000 ampères sous 100 volts; elles sont mises en action par une machine à vapeur de 600 chevaux.

L'établissement comporte en outre un laboratoire de chimie avec installation complète pour analyses électrolytiques, une salle d'essais électriques, avec ponts de Wheatstone et de Thomson, pour la mesure de grandes et de petites résistances électriques; une salle d'essais mécaniques avec cinq machines à traction de 1 à 30 t et deux machines pour la flexion et la torsion du fil de cuivre.

LAITON.

Laitonisage électrolytique, procédé P. Beauverie.

Dans beaucoup d'applications l'emploi du laiton massif serait trop onéreux. Quant au placage d'une feuille de laiton par soudure à chaud sur une pièce en fer, il exige des ouvriers habiles et spécialisés et, dès lors, coûte relativement cher. Aussi de nombreuses recherches ont-elles été faites en vue d'obtenir un dépôt adhérent et homogène de laiton par voie électrolytique. Mais comme le bain doit être formé d'un mélange de sels de cuivre et de sels de zinc dont la décomposition commence pour des valeurs différentes de la différence de potentiel entre électrodes, il est très difficile d'obtenir un dépôt conservant la même composition.

Dans un article publié récemment [1], M. P. Beauverie, après avoir rappelé les recettes classiques de Gaudouin et de Roseleur, fait connaître le procédé qu'il emploie depuis deux ans pour le laitonisage de diverses pièces employées dans la construction des automobiles. Voici, d'après cet article, quelques renseignements sur ce procédé :

Le bain est constitué par une dissolution alcaline de cyanure de cuivre et de cyanure de zinc dans le cyanure de potassium. Les anodes sont en laiton, et elles devraient théoriquement se dissoudre peu à peu dans le bain en maintenant constante la composition de celui-ci ; en pratique, on est toujours obligé, après un certain temps de fonctionnement, de rajouter des sels de cuivre et de zinc. M. Beauverie a d'ailleurs reconnu que l'addition de certains sels, de sels ammoniacaux en particulier, a une influence très favorable sur le fonctionnement du bain, soit en rendant le bain plus conducteur, soit en activant la dissolution de dépôts se formant ordinairement sur les anodes.

La valeur de la densité de courant à employer ne saurait être précisée. L'opérateur devra, pour la régler, se baser surtout sur la couleur du dépôt obtenu. On peut cependant recommander de commencer par une densité de courant faible de manière à avoir une première couche très adhérente et d'augmenter peu à peu cette densité de manière à avoir sensiblement 5 ampères par mètre carré de surface de cathode avec une différence de potentiel de 10 à 12 volts.

La température du bain a une influence très grande sur le fonctionnement. Elle ne doit pas en général descendre au-dessous de 12° à 15° C. Vers 40° ou 50° C., température que l'auteur considère comme la plus convenable pour un fonctionnement à chaud, on peut opérer avec une densité de courant plus grande que celle indiquée ci-dessus et par conséquent obtenir un dépôt plus rapide.

L'appareil employé est un bac en grès ou en bois garni de gutta et d'une contenance de 800 litres environ. Contre les deux parois extrêmes sont appliquées deux anodes en laiton; une troisième anode est suspendue au milieu du bac. Les objets à laitoniser, servant de cathodes, sont disposés vers les milieux des deux compartiments que forment ces trois anodes. Une hotte placée au-dessus du bac permet d'entraîner au dehors les vapeurs émises par le bain cyanuré. Si l'on opère à chaud, le chauffage peut être assuré soit par chauffage direct de la partie supérieure du bac, soit mieux par serpentins placés dans le bac.

Les pièces à laitoniser doivent être nettoyées avec le plus grand soin. Après polissage elles sont passées à l'essence, séchées, brossées avec un lait de chaux épais puis avec de la ponce finement pulvérisée. Malgré ces précautions le dépôt n'est généralement pas assez brillant pour que la pièce soit utilisée telle qu'elle sort du bain : on doit la raviver sur un disque de calicot recouvert d'une composition que les polisseurs appellent chaux de Vienne.

En conclusion, M. Beauverie écrit que « le laitonisage est actuellement un procédé qui, s'il demande plus de soins et de surveillance que la plupart des autres procédés électrolytiques, est cependant entré complètement aujourd'hui dans la pratique industrielle et tend à se développer de plus en plus ».

(1) P. Beauverie, *Le laitonisage* (*La Technique moderne*, t. II, août 1910, p. 470).

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

Circulaire du Ministre du Travail du 18 juin 1910 concernant le payement des salaires.

J'ai été consulté sur le point de savoir dans quel délai devaient être payés aux ouvriers les salaires gagnés par eux, et si la loi du 7 septembre 1909, qui décide que les salaires doivent être payés par quinzaine, fixe le délai qui doit s'écouler entre la fin d'une période de travail et le payement du salaire afférent à cette période de travail.

J'estime qu'il résulte, de l'ensemble de la rédaction de l'article 2 de la loi du 7 décembre 1909, que le législateur a entendu assurer à l'ouvrier, non seulement une périodicité de payement de son salaire, mieux adaptée à sa condition économique, mais encore le payement dans le délai le plus rapproché du moment de l'échéance. Toute autre interprétation enlèverait à l'article tout son sens.

L'article 2, paragraphe 2, dispose en particulier que l'ouvrier chargé d'un travail aux pièces dont l'exécution demande plus de 15 jours, « doit recevoir des acomptes chaque quinzaine et être intégralement payé dans la quinzaine qui suit la livraison de l'ouvrage » : ce qui signifie nettement que le payement d'un travail doit être effectué, non seulement à période fixe, mais dans le temps le plus rapproché de son exécution.

Toutefois, comme l'établissement des comptes individuels peut, dans certains cas, demander quelques jours, vous devrez tenir compte de ce délai qui sera d'ailleurs limité au temps raisonnablement nécessaire à l'élaboration des opérations comptables.

Il s'ensuit que le premier règlement de compte d'un ouvrier, récemment embauché, pourra n'avoir lieu que quelques jours après l'échéance de sa première quinzaine de travail, et que, d'autre part, le salaire des ouvriers embauchés depuis quelque temps, tout en étant régulièrement payé à la quinzaine, rémunérera une quinzaine de travail échue depuis quelques jours.

Je vous adresse ci-joint un nombre suffisant d'exemplaires de la présente circulaire, que vous voudrez bien répartir entre les fonctionnaires placés sous vos ordres.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
René VIVIANI.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Extrait du procès-verbal du Comité consultatif du Syndicat professionnel des Usines d'électricité du 10 octobre 1910.

Présents : MM. Frénoy, président; Fontaine, secrétaire général; Cochegrus, de Clarens, Doucerain, Duvaux, Hussenot, Philippart, Sirey.

Les espèces suivantes ont été communiquées au Comité :

Conseil d'État. — 8 décembre 1909, Ministre des Finances contre Société Bouvier, Geoffray et Cie. Usine de production de force motrice par l'électricité, demande en réduction de patentes, rejet (*Circulaire du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz*, n° 45).

28 janvier 1910. De Balincourt, cours d'eau, moulin, canal, curage, usages établis, pouvoirs du préfet (*Loi*, 5 septembre 1910).

18 février 1910. Sieur Noguès contre Gouverneur général de l'Algérie. Exclusion d'un entrepreneur des adjudications publiques, demande d'indemnités, rejet (*Circulaire du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz*, n° 40).

17 juin 1910. Ville de Paris contre Camus. Commune, dérivation d'eau, usines, privation d'eau, dommages-intérêts dus, évaluation (*Loi*, 6 août 1910).

24 juin 1910. Ville de la Bourboule contre Société l'Énergie industrielle. Demande en annulation d'une décision préfectorale, approuvant un projet d'avenant, rejet (*Circulaire du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz*, n° 41).

1er juillet 1910. Collomb, travaux publics, dommages, adjudicataire, travaux antérieurs à l'acquisition (*Loi*, 12 août 1910).

1er juillet. Société électrique des Pyrénées contre ville de Pau. Commune, éclairage, concession, absence de monopole, réserve du droit d'accorder d'autres concessions, exercice légitime d'un droit (*Loi*, 17 août 1910).

6 juillet 1910. Faure et Brunon-Chauvet. Responsabilité, État, route nationale, travaux, défaut d'éclairage, faute de la victime, atténuation (*Loi*, 7 septembre 1910).

29 juillet 1910. Compagnie Gaz et Eaux contre ville de Bourges. Demande en annulation d'un arrêté préfectoral interlocutoire et non préparatoire, rejet (*Circulaire du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz*, n° 46).

29 juillet 1910. Commune de Saint-Bonnet contre Chabrand. Éclairage électrique, interprétation de traité, non-obligation de fournir l'éclairage en dehors de l'agglomération principale, condamnation (*Circulaire du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz*, n° 48).

29 juillet 1910. Sieur Cadré contre ville de Grenoble. Éclairage électrique, délibération du Conseil municipal accordant l'appareillage gratuit dans des conditions déterminées, approuvées par le préfet. Demande en annulation, décision préfectorale annulée, délibération maintenue (*Circulaire du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz*, n° 47).

6 août 1910. Levavasseur. Police sanitaire, maire, pouvoirs, épandage, matières de vidanges, pas d'excès de pouvoirs (*Loi*, 21 septembre 1910).

Conseil de Préfecture. — Seine, 18 décembre 1909. Préfet de la Seine contre Compagnie des tramways de l'Est-Parisien. Procédure, grande voirie, électricité, câbles électriques à haute tension irrégulièrement placés, contravention, prescription acquise (*Circulaire du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz*, n° 43).

Seine, 6 mai 1910. Société d'éclairage contre commune d'Alfortville. Voirie, travaux de canalisation de gaz dans le sous-sol, recouvrement de taxes, opposition à poursuites, tribunal civil saisi, interprétation du cahier des charges, conseil de préfecture, interprétation non sollicitée par l'autorité judiciaire, irrecevabilité (*Loi*, 18 juillet 1910).

Cour d'appel. — Bordeaux, 19 mai 1910. Ville d'Arcachon contre Compagnie du Gaz d'Arcachon. Interprétation de traité stipulant certaines immunités, droits d'octroi sur le coke, refus de la Compagnie, poursuites, condamnation (*Circulaire du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz*, n° 44).

Tribunal civil. — Bruxelles, 28 avril 1910. Veuve Mignon contre la Société des Chemins de fer économiques. Responsabilité civile, chose inanimée, garde, obligation de surveillance, présomption de faute, tramways, compagnie concessionnaire, installation des fils, accident (*Loi*, 6 juillet 1910).

Syndicats professionnels. Cour d'appel. — Paris, 17 mars 1910. Sydincat général des cidres. Syndicat professionnel, intervention, instance correctionnelle, capacité, irrecevabilité (*Loi*, 2 août 1910), Douai, 25 avril 1910, Caderas et Ozanne contre Syndicat des

abricants de tulle. Syndicat professionnel, patron, exclusion illégale d'un membre, faute, responsabilité, statuts, modifications, nullité (*Loi*, 1er juillet 1910).

REPOS HEBDOMADAIRE. — Tribunal de simple police. Alger, 29 juillet 1910. Ministère public et Union syndicale des patrons coiffeurs contre Julien Teissaire. I. Repos hebdomadaire, établissements distincts, mode différent, dérogation autorisée, repos collectif, caractères des établissements séparés. II. Travail, inspecteurs, défaut de déclaration de la qualité, nullité (*Loi*, 20 septembre 1910).

LOUAGE DE SERVICES. — Tribunal de Commerce de la Seine, 20 juillet 1910, Frantz Paquin. Louage de services, représentant, droit de congédiement, exercice régulier, commissions, défaut de preuve (*Loi*, 16 août 1910).

SOCIÉTÉS. — Cour de Cassation, 23 février 1909, Comptoir d'escompte de Montluçon. Société en commandite par actions, participation aux bénéfices attribués à la gérance, impôt sur le revenu (*Revue des Sociétés*, août 1910).

3 mars 1909, l'Omnium lyonnais. Sociétés par actions, improductivité, exemption du droit de timbre, point de départ, dates des divers abonnements (*Revue des Sociétés*, août 1910).

2 août 1909. Enregistrement contre consorts Darblay. Société en nom collectif, changement d'associés, société nouvelle, droit proportionnel, exigibilité, mutation conditionnelle, acte en constatant la réalisation, prescription biennale (*Revue des Sociétés*, août 1910).

27 décembre 1909, Société du Gaz général de Paris. Société par actions, intérêts statutaires prélevés sur le capital, taxe sur le revenu, abonnement au timbre, dispense d'impôt inapplicable (*Revue des Sociétés*, août 1910).

TRIBUNAUX CIVILS. — Seine, 13 juillet 1908, Courtine et Cie Société, apport, obligation de payer le passif de l'apporteur, droit proportionnel de mutation (*Revue des Sociétés*, août 1910).

10 novembre 1908, Amelin et Renaud. Société, dissolution, cession d'un fonds de commerce à un associé autre que celui qui l'avait apporté, exigibilité du droit de mutation sur la valeur au jour de l'apport (*Revue des Sociétés*, août 1910).

Seine, 4 janvier 1909, Mme Labrouche. Titres, impôt du timbre, exigibilité en cas de renouvellement des titres (*Revue des Sociétés*, août 1910).

Seine, 14 janvier 1910. Sociétés, déclaration de souscription et de versement, notaire, contrôle non obligatoire, mission de l'assemblée constitutive (*Loi*, 21 juillet 1910).

TRIBUNAUX DE COMMERCE. — Seine, 27 juin 1910, Hemerdinger, ès qualités, contre Société des Tréfileries du Havre, Sociétés, bénéfices sociaux, statuts, calcul de la part des administrateurs, réduction du capital, conséquences, émission d'actions nouvelles, primes, attribution à la réserve, pouvoirs de l'Assemblée générale (*Loi*, 29 juillet 1910).

13 juillet 1910, Latil contre Navarre ès qualités, et autres : I. Sociétés, administrateurs, prêts, régularité, créance valable. II. Sociétés, administrateurs, qualité d'actionnaires, droit de participer à l'Assemblée générale. III. Sociétés, demande de dommages-intérêts, action individuelle, quitus donné, non recevabilité (*Loi*, 13 août 1910).

INTERPRÉTATION DE TRAITÉ DE GAZ. — Un membre adhérent du Syndicat demande s'il peut, d'après le cahier des charges de la Compagnie du Gaz qu'il communique, distribuer l'énergie électrique pour l'éclairage et la force motrice sur le territoire de la commune et si le privilège mentionné sur le cahier des charges exclut l'éclairage électrique.

Le Comité consultatif, après examen des pièces communiquées, donne l'avis suivant :

Le contrat porte que la ville concède à la Compagnie du Gaz le privilège d'établir les canalisations de gaz pour l'éclairage et contient la clause dite *de progrès*. Ce sont les conditions habituelles dans lesquelles le Conseil d'État reconnaît qu'il y a monopole de gaz et, dans ces conditions, l'électricien ne peut pas recevoir la concession de l'éclairage électrique avant que la Compagnie du Gaz ait été mise en demeure de dire si elle veut appliquer elle-même le nouveau mode.

APPLICATION DE LA LOI DU 15 JUIN 1906. — Une Compagnie électrique adhérente communique un dossier et demande si la Préfecture avait le droit de refuser d'approuver la délibération du Conseil municipal, acceptant les conditions d'un marché de fourniture de l'éclairage. Le Comité consultatif répond qu'en réalité le contrat proposé était une concession détournée qui n'était pas faite dans les termes du cahier des charges type. Le Préfet a le droit de refuser son approbation; il ne fait qu'exercer son pouvoir de tutelle qu'il exerce d'une façon discrétionnaire tant qu'il ne méconnaît pas ses devoirs. Dans l'espèce, les raisons pour lesquelles le Préfet a fait sien le rapport du Contrôle sont suffisamment nettes et suffisamment décisives pour qu'il n'y ait rien à redire.

La même Société se plaint de ce que le Préfet a exprimé l'avis que le régime des permissions de voirie est contraire à l'intérêt des communes, lesquelles doivent procéder plutôt par voie de concession. Ce n'est là qu'une instruction administrative. Si le Préfet, pour la faire observer, méconnaissait un droit, son arrêté serait susceptible d'être déféré au Conseil d'État.

Enfin, cette même Société est titulaire d'une concession antérieure à la loi du 15 juin 1906; cette concession comporte des permissions d'occupation du domaine national et départemental, qui sont soumises à une revision quinquennale. L'époque de la revision étant arrivée, le Préfet veut appliquer les nouvelles redevances. Le Comité répond que la Compagnie ne peut pas échapper à la nécessité de payer les nouveaux tarifs, puisqu'il s'agit de permissions de voirie soumises à une revision quinquennale; le respect des concessions antérieures à la loi du 15 juin 1906 ne fait pas obstacle à ce que les permissions de voirie relatives à leur usage soient soumises aux conditions qu'elles contiennent.

ACCIDENTS DU TRAVAIL. — M. le Secrétaire communique les espèces suivantes :

COUR D'APPEL. — Douai, 25 avril 1910, Veuve Baeckelandt contre Lecomte. Accidents du travail, faute inexcusable, caractères, pouvoirs du juge, charretier, imprudence, station debout sur un brancard (*Loi*, 22 août 1910).

JUSTICE DE PAIX. — Martigues, 8 mars 1910. Dr George François contre Société des Chantiers de Provence. Accident du travail, médecin, choix, réclamation d'honoraires au patron, refus de payement et imputations injurieuses, dommages-intérêts, demande reconventionnelle, rejet, dernier ressort (*Loi*, 24 août 1910).

M. le Secrétaire dépose sur le bureau le relevé des sommaires de jurisprudence qui a été fait par le Secrétariat et communiqué aux adhérents depuis la dernière séance.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société d'Électricité de Paris*. Assemblée ordinaire du 12 novembre, 3 h, 75, boulevard Haussmann, Paris.

Compagnie d'Énergie électrique. Assemblée ordinaire et extraordinaire le 7 novembre, 3 h, 161, rue Montmartre, Paris.

Société Vosgienne d'électricité. Assemblée constitutive le 17 novembre, 2 h, 6, rue Chauchat, Paris.

Société suburbaine de gaz et d'électricité. Assemblée ordinaire le 15 novembre, 2 h, 11, rue de la Tour-des-Dames, Paris.

Société hydro-électrique du Pas-de-Calais. Assemblée ordinaire le 21 novembre, 2 h 30 m, 15, rue Laffitte, Paris.

Compagnie Havraise suburbaine d'éclairage et de force motrice par l'électricité. Assemblée extraordinaire le 15 novembre, 2 h, 34, rue du Thillon, Le Havre (Seine-Inférieure).

Société Châteaulinoise d'éclairage électrique. Assemblée ordinaire et extraordinaire le 7 novembre, 1 h 30 m, mairie de Châteaulin (Finistère).



Société havraise d'Énergie électrique. — Du rapport présenté par le Conseil d'Administration à l'assemblée générale ordinaire du 28 avril 1910, nous extrayons ce qui suit :

En 1909, les recettes de toute nature ont été de 1 583 023,85 fr ; les frais d'administration et d'exploitation ont été de 792 529,97 fr. Le produit net de l'exploitation est de 790 493,88 fr.

PROFITS ET PERTES.

Les recettes de toute nature se sont élevées à 1 583 023,85 fr, les frais d'administration et d'exploitation à 792 529,97 fr, soit un produit net de 790 493,88 fr. Sur cette somme, il faut prélever : 1° charge des obligations : intérêts, 112 464 fr ; amortissement, 42 600 fr, soit 155 064 fr ; 2° amortissement de 500 actions, 125 000 fr, soit un total de 280 064 fr ; il reste à répartir 510 429,88 fr, dont 5 pour 100 à la réserve légale, 25 521,50 fr, reste 484 908,38 fr, auxquels il faut ajouter le reliquat des exercices antérieurs, 657 139,71 fr, au total 1 142 048,09 fr.

Ainsi que nous vous l'avons dit au début de ce rapport, les bénéfices de l'exercice 1909 nous permettent de distribuer cette année un dividende de 22,50 fr aux actions de capital anciennes et 12,50 fr aux actions de jouissance. Nous vous proposons, en conséquence, de répartir la somme disponible de 1 142 048,09 fr comme suit : Intérêt de 4 pour 100, soit 10 fr aux 16 400 actions de capital anciennes de 250 fr, égal 164 000 fr ; dividende de 12,50 fr sur 20 000 actions de capital et de jouissance, égal 250 000 fr ; 10 pour 100 aux administrateurs sur 277 777,75 fr, égal 27 777,75 fr ; part bénéficiaire de l'ingénieur-directeur, égal 6300 fr, soit un total de 448 077,75 fr ; il reste un solde créditeur de 693 970,34 fr que nous vous proposons de reporter à l'exercice 1910.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1909.

Actif.

	fr
Versements restant à effectuer sur actions nouvelles	105 187,50
Quittances à recouvrer	253 113,55
Caisses, banques et portefeuille	659 891,24
Terrains	641 009,03
Marchandises en magasins, débiteurs divers	321 374,62
Concession, usine, moteurs, etc	6 766 079,06
Concession suburbaine	34 312,34
Canalisations	1 481 333,55
Primes de remboursement d'obligations 4 p. 100, série A	194 739,75
Frais de premier établissement	1 »
Frais d'installation, éclairage public	1 »
Canalisations aériennes	1 »
Machines des travaux du port	1 »
Installations des particuliers	1 »
Total	10 457 045,64

Passif.

Capital actions	5 350 000 »
Capital obligations	2 769 000 »
Fonds d'assurances	7 928 »
Obligations à rembourser, coupon, créditeurs divers	498 702,01
Réserve légale	281 139,54
Provision pour amortissements divers, solde de la prime d'émission	257 706,50
Profits et pertes	1 292 569,59
Total	10 457 745,64

PROFITS ET PERTES.

Pertes.

Charge des obligations	155 064 »
Bénéfice net	635 429,88
Total	790 493,88

Profits.

Fourniture d'électricité	1 583 023,85
Frais d'administration et d'exploitation	792 529,97
Total	790 493,88

Avis commerciaux. — RAPPORTS COMMERCIAUX DES AGENTS DIPLOMATIQUES ET CONSULAIRES DE FRANCE [1]. — N° 909. *Japon.* — Les besoins économiques du Japon et le commerce franco-japonais. Chapitre I : l'Alimentation.

N° 910. *Italie.* — Le port de Gênes de 1872 à 1909.

N° 911. — *Éthiopie.* — Mouvement commercial de l'Éthiopie en 1909, par Diré-Daoua et Djibouti. Situation commerciale et économique de la province du Harrar.

RUSSIE. — *Adjudication des travaux d'installation d'une usine électrique.* — La municipalité de Tiflis mettra prochainement au concours les travaux d'installation dans cette ville d'une usine électrique.

On peut consulter les plans, devis et cahier des charges, texte en *langue russe*, relatifs à cette adjudication, tous les jours non fériés, de 10 h à midi et de 2 h à 5 h, à l'Office national du Commerce extérieur, 3, rue Feydeau, Paris (2e).

Publication d'un rapport de notre attaché commercial pour l'Extrême-Orient, sur le Japon.

Le *Moniteur officiel du Commerce* a commencé la publication d'un très important rapport de M. Fernand Pila, notre attaché commercial pour l'Extrême-Orient, intitulé : *Les besoins économiques du Japon et le commerce franco-japonais.*

Ce rapport est l'exposé des observations personnelles et des informations recueillies par M. Pila au cours d'un séjour de six mois au Japon. Il est divisé en quatre parties, dont la première traite de la demande japonaise et ses objets ; la seconde, en préparation, traitera l'offre française et ses insuffisances ; les troisième et quatrième parties comporteront des renseignements complémentaires et la conclusion générale de cette étude.

Le commencement de ce rapport a été publié en annexe au *Moniteur officiel du Commerce* du 20 octobre 1910 (en vente à l'Office national du Commerce extérieur : prix 0,40 fr). Sa publication en sera continuée dans les numéros suivants du *Moniteur.* Nous ferons connaître le prix des autres fascicules, en temps opportun.

Nota. — Le tirage de cette étude étant limité, les personnes qui désireraient se la procurer auraient intérêt à en faire, dès maintenant, la demande à l'Office national du Commerce extérieur, 3, rue Feydeau, à Paris.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique.

DATES	CUIVRE « STANDARD ». £	sh	d	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE. £	sh	d
25 octobre 1910.	57	1	»	59	5	»
26 » » .	57	»	»	59	»	»
27 » » .	57	»	»	59	»	»
28 » » .	56	16	3	59	»	»
31 » » .	56	17	6	59	»	»
1er novembre » .	57	1	3	59	»	»
2 » » .	57	10	»	59	5	»
3 » » .	57	15	»	59	10	»
4 » » .	57	12	6	59	10	»
7 » » .	58	3	9	59	15	»
8 » » .	58	»	»	59	15	»
9 » » .	57	17	6	59	17	6

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

(1) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 9, rue d'Edimbourg.



INFORMATIONS DIVERSES.

Électrochimie et Électrométallurgie : LA PRODUCTION DU CARBURE DE CALCIUM EN ITALIE. — D'après le *Journal du Four électrique* du 1er novembre, la production du carbure de calcium en Italie a atteint 43133 tonnes en 1909 contre 35755 tonnes en 1908. Les importations, qui n'étaient que de 1762 tonnes en 1908, ont passé à 3132 tonnes en 1909, tandis que les exportations baissaient de 4840 tonnes à 1811 tonnes. Il ne semble pas cependant que ces résultats soient dus à un accroissement de la consommation du carbure dans le pays; il y a plutôt lieu de penser que la surproduction de 1909 a eu simplement pour conséquence d'accroître les stocks.

PRODUCTION ET CONSOMMATION MONDIALES DE L'ALUMINIUM. — Les deux tableaux suivants donnent, d'après la Metallgesellschaft, la production et la consommation, en tonnes, de l'aluminium ainsi que le prix de vente moyen du kilogramme de ce métal :

Production :

Pays.	1900.	1901.	1902.	1903.	1904.
États-Unis (¹)...	3200	3200	3300	3400	3900
Allemagne........ / Autriche-Hongrie. / Suisse...........	2500	2500	2500	2500	3000
France...........	1000	1200	1400	1600	1700
Angleterre.......	600	600	600	700	700
Italie............	»	»	»	»	»
Norvège..........	»	»	»	»	»
Total environ....	7300	7500	7800	8200	9300

Pays.	1905.	1906.	1907.	1908.	1909.
États-Unis (¹)....	4500	6000	8000	6000	9000
Allemagne........ / Autriche-Hongrie. / Suisse........	3000	3500	4000	4000	5000
France...........	3000	4000	6000	6000	6000
Angleterre.......	1000	1000	1800	2000	2800
Italie............	»	»	»	600	800
Norvège..........	»	»	»	»	600
Total environ.....	11500	14500	19800	18600	24200

Consommation :

Pays.	1900.	1901.	1902.	1903.	1904.
États-Unis (¹)....	2900	3200	3500	3400	3900
France...........	700	900	700	1000	1100
Angleterre.......	600	600	600	700	700
Italie............	»	»	»	»	»
Allemagne et autres pays.......	3100	2800	3000	3100	3600
Total environ....	7300	7500	7800	8200	9300

Pays.	1905.	1906.	1907.	1908.	1909.
États-Unis (¹)....	4300	5600	5000	5000	11000
France...........	2100	2600	3000	3500	5000
Angleterre.......	1000	1000	1800	2000	2000
Italie............	»	»	»	500	800
Allemagne et autres pays.......	4100	5300	5000	6000	12000
Total environ.....	11500	14500	14800	17000	30800

(¹) Ces chiffres, évalués par experts, comprennent aussi la production d'aluminium au Canada.

Prix de vente moyen en francs par kilogramme :

1900.....	2,50	1904.....	2,93	1907.....	4,37
1901.....	2,50	1905.....	4,37	1908.....	2,20
1902.....	2,93	1906.....	4,37	1909.....	1,68
1903.....	2,93				

On voit, par ces chiffres, que la baisse considérable du prix de vente de l'aluminium survenue pendant la période 1907-1909 (de 4,37 à 1,68 fr par kilogramme) a eu pour conséquence de doubler la consommation du métal (14800 tonnes à 30800 tonnes). Ce résultat justifie les sérieux sacrifices que se sont imposés les fabricants d'aluminium en abaissant brusquement leur prix de vente.

DESSUINTAGE ET DÉGRAISSAGE DES LAINES PAR ÉLECTROLYSE, SYSTÈME BAUDOT. — D'après un article de l'*Industrie textile* de juillet, l'emploi du courant électrique permet de diminuer considérablement la durée de l'opération du dessuintage et du dégraissage des laines. Pour cela on fait passer la laine au moyen d'une toile sans fin entre deux longues plaques de tôles servant d'électrodes et placées dans un bac contenant une lessive de potasse. Un courant de 300 ampères sous 12 volts passe entre les électrodes. Sous l'action de ce courant la matière grasse du suint est saponifiée et le savon ainsi formé sert au dégraissage. La laine passe successivement dans quatre cuves dont les deux premières seules sont électrolytiques; les deux dernières sont des laveuses ordinaires.

CORRESPONDANCE.

A propos de la nomenclature photométrique. — M. Blondel nous adresse à ce sujet la lettre suivante :

« J'ai lu dans votre numéro du 30 octobre un intéressant article de M. Chéneveau réclamant une régularisation de la nomenclature photométrique. Permettez-moi de rappeler à cette occasion que cette nomenclature est officiellement fixée jusqu'à présent par la décision du Congrès international des Électriciens de Genève (1896), et qu'elle a été adoptée depuis lors à peu près dans tous les pays, avec cette variante qu'en France l'unité fondamentale est la bougie Violle, tandis qu'en Allemagne c'est la bougie Hefner. Il n'y a donc aucune difficulté, si l'on veut bien avoir soin de définir, dans chaque publication, s'il s'agit du système Violle ou du système Hefner.

» Les mêmes termes *bougie, lumen, lux* servent dans les deux cas; il suffit de leur appliquer l'épithète Violle (ou international) quand on est dans le système franco-anglais-américain, ou de les appeler *Hefner-bougie, Hefner-lux, Hefner-lumen* quand on est dans le système allemand; on sait d'autre part que, dans ce second cas, les valeurs d'unités sont les 0,90 des unités correspondantes du système international.

» Cette solution, qui est réalisée en fait actuellement, est la seule possible tant que l'Allemagne n'aura pas adhéré à l'unité internationale d'intensité proposée par le Bureau of Standards de Washington et par le Comité électrotechnique français.

» Veuillez agréer, etc. BLONDEL. »

Tome XIV. **N° 166. — 30 novembre 1910.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

L'étude de M. HOECHSTAEDTER sur les **câbles modernes pour hautes tensions**, dont on trouvera (p. 368-375) une analyse due à notre collaborateur M. ARMAGNAT, représente un travail considérable comme seule une importante firme telle que Siemens et Halske peut en entreprendre. A l'intérêt d'essais scientifiquement conduits se joint celui d'une étude portant réellement sur des produits industriels et faite dans les conditions de la pratique. Les travaux de ce genre sont trop rarement publiés pour qu'on n'accorde pas une attention spéciale à celui-là. Il est regrettable que la trop grande étendue de l'article de l'*E. T. Z.* n'ait pas permis de serrer le texte de plus près et, par là, de mettre le lecteur en mesure d'interpréter lui-même le texte quelquefois un peu obscur de l'auteur; mais si l'on fait abstraction des conclusions finales, relatives aux avantages et aux limites d'emploi des câbles à hautes tensions, il reste encore des données très importantes sur les câbles actuels, données trop rares pour ne pas intéresser ceux qui, à un titre quelconque, s'occupent de ces questions.

Au point de vue physique, on retiendra que le phénomène dénommé, par analogie, *hystérésis diélectrique* est un phénomène cyclique, fonction directe de la fréquence du courant et de la tension maximum appliquée, la relation entre cette tension maximum et la perte correspondante étant variable et ne pouvant pas être exprimée par une puissance unique de la tension. Là encore il y a une analogie avec l'hystérésis magnétique, car nous savons que l'exposant de la formule de Steinmetz n'est pas invariablement 1,6.

La question des câbles et de leurs essais a d'ailleurs été reprise récemment par la Société internationale des Électriciens. Le dernier numéro du *Bulletin* de cette Société est en effet entièrement consacré à un mémoire de M. David sur des essais de câbles effectués au Laboratoire central d'Électricité. En outre, à la séance du commencement de ce mois, M. Armagnat, après avoir signalé les travaux de M. Hoechstaedter, apportait sa contribution personnelle à cette question. Nous espérons pouvoir revenir prochainement sur ce mémoire et cette communication.

*
* *

Depuis le début de l'année, *La Revue électrique* a publié d'assez nombreux articles généraux sur les applications de l'électricité à l'industrie minière et métallurgique. La monographie de l'**Aciérie de Dommeldange** donnée par M. SAUVEAU (p. 376-384) fournit un intéressant exemple de ces applications.

*
* *

Dans une étude sur le **mouvement des trains** publiée l'an dernier, M. R. MARTIN décrivait une méthode graphique utilisée par l'ingénieur américain, M. Mailloux, pour la résolution rapide des divers problèmes de traction; aujourd'hui il apporte (p. 385) un complément à cette étude.

Plus loin (p. 389) se trouve la fin de l'article de M. G. HEILFRON sur l'**électrification des grandes lignes**.

J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Vingt-deuxième Bulletin bimensuel de 1910.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 5 octobre 1910.

Présents : MM. Brylinski, Piaton, Zetter, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; Chaussenot, secrétaire adjoint fonctionnaire; Beauvois-Devaux, trésorier; Boutan, Cotté, Eschwège, Godinet, Pinot, Sartiaux, Sciama.

Absents excusés : MM. Guillain, président, et F. Meyer.

En l'absence de M. Guillain, dont les nouvelles font pressentir un prochain retour à Paris, M. Brylinski préside la séance.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Correspondance. — Le Comité prend acte de la composition des bureaux du Syndicat professionnel des Industries électriques du nord de la France pour l'année 1911-1912 et du Syndicat professionnel des Usines d'électricité pour l'année 1910, ainsi que du changement de siège social du Syndicat professionnel des Industries électriques et de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

Il est donné connaissance de la lettre d'un Ingénieur relativement aux règlements de l'Union concernant la réception des machines et transformateurs électriques. Après examen de ces critiques, le Comité indique la réponse démontrant qu'elles ne sont pas fondées.

Changement de siège social. — Le Comité, usant des pouvoirs qui lui sont conférés par l'article 4 des statuts, a transféré le siège social de l'Union, 7, rue de Madrid. Les formalités légales ont été accomplies.

Documents officiels. — Les arrêtés ministériels des 22 juin (*Journal officiel* du 9 juillet 1910), 4 juillet (*Journal officiel* du 7 juillet 1910), 13 août (*Journal officiel* du 18 août), 1er septembre (*Journal officiel* du 2 septembre), relatifs aux compteurs d'électricité, ont été indiqués au Comité, ainsi que le décret du 15 juillet 1910 donnant accès, au Comité permanent d'électricité, à divers directeurs du Ministère des Travaux publics (*Journal officiel* du 19 juillet 1910), le décret du 16 juillet 1910 créant l'Office national des retraites ouvrières et paysannes (*Journal officiel* du 18 juillet 1910), et le décret du 31 août 1910 relatif au repos des ouvriers et employés spécialistes dans les usines à feu continu (*Journal officiel* du 18 septembre 1910). Des développements intéressants ont été donnés sur cette question, desquels il résulte que le roulement par 3 postes de 8 heures est considéré comme donnant satisfaction au repos hebdomadaire.

Statistiques de l'État relatives aux usines électriques (Loi du 15 juin 1906). — Il a été décidé dans quel sens il serait répondu à l'Administration par les Syndicats affiliés en ce qui concerne les états statistiques qui ont été communiqués à diverses usines et aux Syndicats pour en avoir l'appréciation à titre d'essai.

Instructions concernant l'établissement des installations électriques a l'intérieur des maisons. — Des indications ont été données par M. Zetter sur l'avancement de ces travaux dans le Syndicat professionnel des Industries électriques.

Affichage dans les usines et traversée des voies ferrées. — Ces questions ont été renvoyées à la prochaine séance.

Revue électrique. — M. Fontaine a rendu compte de l'état des négociations avec l'éditeur. M. Zetter, président du Syndicat professionnel des Industries électriques, a fait part de l'adhésion de son Syndicat aux conventions projetées avec M. Gauthier-Villars. M. Brylinski a indiqué que le Syndicat professionnel des Usines d'électricité était également d'accord. Le Comité de l'Union a approuvé ces négociations.

Congrès des Chambres syndicales. — Le Comité de l'Union a décidé d'adhérer au Congrès des Chambres syndicales, les 10-15 octobre, aux Arts et Métiers. M. Fontaine y représentera l'Union.

Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers. — Le Comité de l'Union délègue M. Zetter pour le représenter au banquet de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers.

Imprimé. — L'instruction technique concernant la distribution de l'énergie électrique a été imprimé en fascicule séparé.

La prochaine séance du Comité est fixée au 9 novembre.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Vingt-deuxième Bulletin bimensuel de 1910.



du Syndicat, p. 366. — Offres et demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. xv.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 8 novembre 1910.

Présidence de M. C. Zetter.

La séance est ouverte à 2h15m.

Sont présents : MM. Bancelin, J.-M. Berne, Brunswick, Chateau, Chaussenot, Davin, Ducretet, Eschwège, Frager, Gaudet, Grosselin, Guittard, Harlé, Hillairet, Larnaude, Legouëz, Lévêque, F. Meyer, M. Meyer, Meyer-May, Minvielle, Portevin, Routin, Sauvage, E. Sartiaux, Ch. Tournaire, Zetter.

Se sont excusés : MM. Lecomte, Mascart, G. Meyer, Tourtay.

— Le procès-verbal de la séance du 4 octobre, publié dans *La Revue électrique* du 30 octobre, est adopté.

Nécrologie. — M. le Président fait part du décès de Mme Ch. Mildé; il a assisté aux obsèques et présenté à notre ancien président et à sa famille toute la sympathie douloureuse de notre Syndicat en présence de la perte cruelle qui vient de les frapper.

La Chambre se joint à son Président pour adresser à M. Mildé et à sa famille ses plus sincères condoléances.

— M. le Président fait part également du décès de M. Oscar Helmer, ingénieur électricien.

La Chambre joint ses regrets à ceux exprimés par le Président à la famille de notre regretté collègue.

Remerciements. — M. le Président communique à la Chambre les remercîments :

De Mme Oscar Helmer, pour les témoignages de sympathie exprimés par M. le Président à l'occasion du décès de M. Oscar Helmer;

De M. Ch. Mildé et sa famille, pour les témoignages de sympathie exprimés par M. le Président à l'occasion du décès de Mme Ch. Mildé;

De M. P. Janet, Directeur du Laboratoire central d'Électricité, pour la reproduction de son Rapport sur le laboratoire dans *La Revue électrique* du 30 septembre dernier.

Distinctions honorifiques. — M. le Président fait part des distinctions honorifiques suivantes :

Chevalier de la Légion d'honneur : M. Drake (F.-E.);
Officier de l'Instruction publique : M. Eurieult (Victor);
Officier d'Académie : M. Le Naour.

La Chambre joint ses félicitations à celles exprimées par son Président.

Admissions. — M. le Président signale que les diverses demandes d'admission en cours n'ont pu être régularisées avant la séance; elles sont donc reportées à la prochaine réunion. Il profite de la circonstance pour rappeler à ses collègues qu'il compte sur leur concours pour amener des adhérents nouveaux, l'action du Syndicat devant être d'autant plus puissante qu'il réunira un plus grand nombre de représentants de l'industrie électrique.

Démission. — La Chambre syndicale accepte la démission de M. Trevert (Henri).

Changement de domicile. — La Chambre prend note du changement de siège social de la Société d'électricité de Paris, 75, boulevard Haussmann, à Paris (VIIIe).

Invitations. — M. le Président signale qu'il s'est rendu à l'invitation que la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers avait adressée au Syndicat, et rend compte du banquet.

— M. le Président indique qu'il a également assisté, comme délégué du Syndicat, au Congrès international provoqué par la Société technique de l'Industrie du gaz en France, pour examiner la question de l'unification des pas de vis dans les appareils d'utilisation du gaz.

Il signale que certains points de la question n'ayant pu être définitivement réglés, la Commission de la Société technique du gaz, dont il fait partie, continue ses travaux et qu'elle les soumettra ensuite à un nouveau Congrès dont elle demandera la réunion en temps utile.

Correspondance.— M. le Président communique à la Chambre la correspondance suivante :

— La Chambre approuve, après examen, les avis donnés par les 6e et 7e sections professionnelles relativement à la question, posée par une Chambre syndicale d'entrepreneurs électriciens de province, au sujet des installations faites par les secteurs et décide que communication en sera donnée aux intéressés.

— Lettre d'un adhérent demandant de faire cesser une anomalie qu'il y a dans les installations de force sur courant diphasé dans Paris.

Cette question se rapportant aux installations a été renvoyée à la 1re section pour être examinée en même temps que le projet d'instructions relatif aux installations à l'intérieur des immeubles.

— Circulaire du Syndicat professionnel des Usines d'électricité communiquant la composition de son Bureau pour l'exercice en cours.

Accusé de réception a été donné.

— M. le Président adresse les remercîments de la Chambre à M. E. Sartiaux, président du groupe V de l'Exposition de Bruxelles, pour la liste des récompenses obtenues par les exposants du groupe, qu'il a bien voulu nous communiquer.

La Chambre constate avec plaisir les récompenses nombreuses remportées par ses adhérents et leur adresse ses félicitations (1).

Elle félicite également M. Sartiaux dont la compétence et l'activité ont assuré le succès de cette manifestation de l'industrie électrique française par la réunion d'un groupe imposant d'exposants, comptant parmi les plus importants de notre industrie.

— Lettre de MM. Dunod et Pinat adressant le premier numéro de la *Revue de l'Enseignement technique* et sollicitant un abonnement.

La Chambre, après examen, charge son Président de s'entendre avec les éditeurs pour recevoir ladite *Revue* dans les conditions les plus avantageuses.

— Lettre d'un adhérent demandant des renseignements au sujet du contrat de travail et du délai-congé (absence sans motif).

Cette demande a été transmise pour avis à l'un des membres de notre Commission consultative.

— M. le Président communique de la part d'un adhérent copie d'un rapport présenté au 3e Congrès interna-

(1) La liste des récompenses obtenues par les membres du Syndicat paraîtra dans *La Revue électrique* du 15 décembre 1910.



tional des Associations d'Inventeurs et d'Artistes industriels, à Bruxelles, et relatif à l'émancipation de l'inventeur par le brevet international assurant la perpétuité du droit international d'auteur dans tous les pays.

La Chambre estimant que cette question est plus spécialement du ressort de l'Association pour la protection de la propriété industrielle, décide qu'il n'y a pas lieu pour le Syndicat de la mettre à l'étude actuellement.

— M. le Président communique une lettre du Directeur de l'Office national du Commerce extérieur sollicitant le renouvellement, pour 1910, de la subvention accordée précédemment.

La Chambre décide de continuer cette subvention en demandant à l'Office de faire en échange le service gratuit de ses publications.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Président indique que nous avons reçu les volumes suivants, qui ont été placés dans la Bibliothèque et sont tenus à la disposition des adhérents :

Compte rendu des travaux de la Chambre de Commerce de Paris en 1909;

Direction des Douanes. Tableau général du Commerce de la France 1909 (1er volume);

Brochure descriptive des produits exposés à la Section française (Groupe IV), Mécanique générale, à l'Exposition de Bruxelles.

Documents officiels : Projets de loi, rapports et documents du Sénat et de la Chambre des Députés.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ. — M. le Président rend compte de la séance tenue par le Comité de l'Union le 5 octobre 1910.

Le procès-verbal en sera publié dans *La Revue électrique*.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — Lettre communiquant la proposition Chautemps (au Sénat) sur les établissements insalubres et dangereux parmi lesquels on veut inscrire les Usines d'électricité.

En raison de l'intérêt que présente cette question, la Chambre charge la 7e section professionnelle de l'examiner.

— L'Union des Industries métallurgiques et minières a publié les documents suivants, qui ont été remis aux membres de la Chambre syndicale :

N° 450. — Circulaire du Ministre du Travail, en date du 18 juin 1910, relative à la loi sur le payement des salaires.

N° 451. — Questions sociales et ouvrières. — Revue du mois de juillet.

N° 452. — Jurisprudence.

N° 453. — Patentes des établissements métallurgiques fournisseurs de l'État ou des entrepreneurs de travaux publics. — Arrêt du Conseil d'État du 5 août 1910.

N° 454. — Tarif douanier du Japon.

N° 455. — Travail de nuit des femmes. — Décret du 13 septembre 1910 portant promulgation de la convention internationale sur l'interdiction du travail de nuit des femmes employées dans l'industrie, signée à Berne le 26 septembre 1905.

N° 456. — Suppression des économats et cantines. — Circulaire du Ministre du Travail en date du 10 septembre 1910.

N° 457. — Durée du travail. — Projet de loi tendant à réduire à 10 heures la durée normale du travail des ouvriers adultes dans les établissements industriels.

COMITÉ CENTRAL DES CHAMBRES SYNDICALES. — M. Meyer-May signale qu'à sa dernière réunion, le Comité central a examiné la question de la participation des ouvriers et employés aux bénéfices et donne des explications fort intéressantes sur la question.

Le Comité a également étudié la question de création de Caisses d'assurances mutuelles patronales pour garantir les retraites ouvrières.

Il indique que le Gouvernement semble opposé à ce projet, mais qu'un délégué du Comité est chargé de faire les demandes utiles pour obtenir gain de cause.

M. Harlé indique qu'il existe un précédent : c'est celui des Assurances mutuelles pour les accidents; mais M. Meyer-May signale une difficulté importante : il n'y a pas obligation pour l'industriel de s'assurer contre les accidents du travail, il peut rester son propre assureur, tandis que pour les Caisses de retraites il y a obligation de fonds de garantie.

QUESTIONNAIRE RELATIF AUX TRAVERSÉES DE CHEMINS DE FER PAR DES CONDUCTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — M. le Président soumet à la Chambre les réponses faites par les Sections professionnelles à la suite de l'examen du questionnaire relatif aux traversées de chemins de fer par des conducteurs d'énergie électrique qui lui avait été précédemment communiqué.

Après examen, la Chambre approuve la réponse proposée par le Président et le charge de la transmettre à l'Union.

PROJET D'INSTRUCTIONS SUR LES INSTALLATIONS A L'INTÉRIEUR DES IMMEUBLES. — M. le Président rappelle que, sur la demande de l'Union des Syndicats de l'électricité qui désirait pouvoir mettre à la disposition de ses adhérents des instructions sur les installations à l'intérieur des immeubles, une Commission intersyndicale a été constituée pour étudier ce projet, en prenant comme base les Instructions établies précédemment par notre Syndicat, en 1906, et en y apportant les modifications nécessaires.

Nos Sections professionnelles, auxquelles le travail préparé par cette Commission a été communiqué, ont présenté diverses observations dont il a été tenu compte par les rapporteurs; mais d'autres objections plus importantes s'étant produites, nous avons jugé utile de réunir le bureau et les délégués des Sections afin d'examiner ce qu'il convenait de faire.

Après examen, il a été reconnu qu'un remaniement complet du projet serait préférable, afin de donner aux nouvelles Instructions plus de précision, d'y insérer les données scientifiques couramment employées et d'adopter les dispositions de détail qui en facilitent et en généralisent l'emploi.

MM. Brunswick, Cance fils, M. Meyer et Roux ont été chargés d'élaborer le nouveau projet de toute urgence afin qu'il puisse être examiné par la Commission spéciale avant la prochaine séance et présenté à la Chambre à la réunion de décembre prochain. Il importe, en effet, de régler si possible cette question avant la fin de l'année.

PROJETS SUR L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL ET



L'APPRENTISSAGE. — La Chambre examine la question de l'apprentissage et des cours professionnels qui a été soumise à l'examen des différentes Sections professionnelles, en raison des projets de loi déposés au Parlement.

M. Harlé rappelle que la question de l'apprentissage est depuis longtemps une des préoccupations de l'Industrie.

Les difficultés de recrutement des ouvriers augmentent en raison des modifications apportées dans le régime des ateliers par la spécialisation du travail, le machinisme, les lois ouvrières, etc. En outre, les conditions du travail diffèrent non seulement d'une industrie à l'autre, mais même d'un atelier à l'autre.

M. Legouëz fait remarquer que les projets de loi dont il s'agit visent l'instruction professionnelle et les cours complémentaires à faire aux apprentis, mais ne s'occupent nullement du recrutement des apprentis, ce qui serait la première question à résoudre, puisqu'il est constaté que ce recrutement devient de plus en plus difficile, en raison de causes multiples et variables avec les conditions du travail dans les différents ateliers.

Toutefois, et réserve faite de cette question de recrutement, la Chambre examine les dispositions relatives à l'instruction professionnelle des apprentis.

MM. Harlé, Meyer-May, Portevin, Sartiaux fournissent des renseignements fort intéressants sur l'organisation de l'apprentissage dans les usines et ateliers qu'ils dirigent, ainsi que sur quelques écoles professionnelles organisées dans diverses régions industrielles avec l'aide des industriels, pour l'instruction des apprentis nécessaires à leur industrie.

Après une discussion très étendue de la question, à laquelle prennent part la plupart des membres présents, la Chambre, tout en laissant la question à l'étude pour examen complémentaire, estime qu'il est nécessaire d'agir en vue de faire modifier les projets de loi de façon que le travail des ateliers ne soit pas entravé;

Que l'instruction professionnelle des apprentis ait pour but de faire de véritables ouvriers, connaisssant bien leur métier, et non pas des aspirants contremaîtres sans capacité pratique;

Que les lois contiennent seulement les prescriptions générales et laissent le soin de réglementer les conditions d'application, qui varient avec les industries et les régions, à des comités dont elles fixeront les compositions et les attributions;

Que les intéressés, c'est-à-dire les délégués patronaux et ouvriers, soient appelés à faire partie des comités et des conseils de direction des écoles, en nombre suffisant pour que leur action soit efficace.

— En ce qui concerne les questions posées par l'Union des Industries métallurgiques et minières, la Chambre, après avoir examiné les avis des différentes Sections professionnelles et tenant compte des décisions qui viennent d'être prises, indique la réponse à faire et charge son Président de la transmettre à l'Union.

MÉDAILLE DU SYNDICAT. — M. le Président signale qu'un certain nombre de membres de la Chambre et du Syndicat se sont fait inscrire pour avoir une médaille de bronze à titre de souvenir.

Ces médailles seront mises en fabrication d'ici peu, afin de pouvoir être livrées avant fin de décembre; il est donc nécessaire que ceux des membres qui en désireraient préviennent de suite le Secrétariat. Le prix de souscription est de 10 fr par médaille.

SERVICE DE PLACEMENT. — M. le Président signale que le service de placement présente depuis quelque temps une activité des plus intéressante et qui démontre l'utilité qu'il présente et les services qu'il est en mesure de rendre aux adhérents qui veulent bien s'y adresser.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 4 h.

Le Secrétaire général, H. CHAUSSENOT. *Le Président,* C. ZETTER.

Tarif des douanes françaises.

DÉCISIONS RÉGLEMENTAIRES RÉCENTES RELATIVES AU CLASSEMENT DES MARCHANDISES.

Désignation des marchandises.	*Classement.*
Ampèremètres et shunt destinés à être accouplés à l'aide de boulons.	*Droit afférent à chaque appareil.* Boulons à taxer séparément.
Appareils à enregistrer la consommation de courant électrique (hectowatts-heure et engins analogues).	Même régime que les *Compteurs de tours* (n° 505).
Cuivre ou laiton en barres étirées et cannelées pour la fabrication des collecteurs.	Même régime que les *Tubes en cuivre* (n° 572).
Démarreurs électriques avec fils métalliques gainés d'amiante.	Voir *Appareils électrotechniques contenant des enroulements de fil isolé* (n° 524 *bis*).
Garnitures *ou* ornements pour lampes formés d'un anneau en métal commun garni de pendeloques de verre ou de cristal montées sur fil également en métal commun.	Même régime que les *Autres objets en vitrifications* (n° 358).
Indicateurs de vitesse.	*Régime du* n° 634 *ter* (2e ou 4e paragraphe, selon le cas).
Machines *et* mécaniques à galets pour enduire ou enrober de caoutchouc, de gutta ou de tout autre enduit les fils et câbles électriques.	Même régime que les *Appareils non dénommés* (n° 525 *sexiès*).
Machines *et* mécaniques à mettre en bobines les fils métalliques.	Voir *Appareils non dénommés* (n° 525 *sexiès*).
Pendeloques en verre ou cristal constituées par deux vitrifications percées et réunies par un fil de métal commun avec ou sans crochet de suspension.	Même régime que les *Vitrifications en grains percés ou taillés* (n° 358).

Service de placement.

Nous attirons l'attention sur notre *service de placement* organisé depuis plusieurs années au Secrétariat et qui prend chaque jour une extension plus grande.

MM. les industriels adhérents au Syndicat ont donc intérêt à nous signaler les emplois vacants, afin que nous leur facilitions la recherche du personnel qui leur est nécessaire.

MM. les ingénieurs, employés, contremaîtres et ouvriers à la recherche d'une situation trouveront, de leur côté, plus facilement un emploi en se faisant inscrire. Cette inscription se fait gratuitement, sur présentation de références sérieuses.

Bibliothèque.

Nous rappelons à MM. les membres du Syndicat que la bibliothèque installée au siège social est à leur disposition.

Ils y trouveront les principales revues scientifiques françaises et étrangères, les bulletins des chambres de commerce françaises à l'étranger, les journaux officiels, les bulletins d'associations diverses, ainsi que de nombreux documents et ouvrages intéressant l'industrie électrique.

Renseignements techniques et administratifs.

Nous attirons l'attention de MM. les adhérents sur l'intérêt qu'ils ont à faire connaître les appareils nouveaux, ou les applications nouvelles qu'ils réalisent, en adressant au Secrétariat les renseignements utiles. Mention pourrait en être faite dans *La Revue électrique*.

Nous rappelons qu'il est fait mention dans *La Revue électrique* de tout ouvrage nouveau dont deux exemplaires sont envoyés au Secrétariat.

Nous rappelons, en outre, que M. le Secrétaire général est à la disposition de MM. les membres du Syndicat pour tous renseignements dont ils auraient besoin.

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère des Affaires étrangères. — Décret portant promulgation de la convention signée à Paris, le 3 juillet 1909, entre la France et la Grande-Bretagne, et concernant la réparation des dommages résultant des accidents du travail, p. 397.

Préfecture de la Seine. — Arrêté préfectoral concernant les élections pour le renouvellement partiel du Tribunal de commerce de la Seine et de la Chambre de Commerce de Paris, p. 398.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, p. 399.

Espagne : Revision des valeurs des marchandises servant de base à l'application des droits du tarif douanier espagnol. Avis au commerce français, p. 399.

France-Italie : Création d'un nouveau tarif international franco-italien, p. 400.

Portugal : Décret du 28 octobre 1910 suspendant les effets du décret du 30 juin 1910 relatif à l'application des surtaxes douanières, p. 400.

Angleterre : Nouvelles taxes perçues sur les marchandises, au port de Londres, p. 400.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

VINGT-DEUXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 8 octobre 1910.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; Tainturier, président de la Commission; Bitouzet, Chevrier, Della Riccia, Imbs, Orban, Paré, Renou, A. Schlumberger.

Absents excusés : MM. Eschwège, président désigné de la Chambre syndicale; Fontaine, secrétaire général; Cotté.

M. Paré communique à la Commission un projet de cahier des charges pour la fourniture des poteaux de bois. Ce rapport sera envoyé aux membres de la Commission et discuté dans une prochaine séance.



M. Schlumberger donne lecture d'une note sur l'opportunité d'installer les appareils de sécurité Arcioni, Coltri et Scotuzzi dans les régions soumises aux orages fréquents. M. Brylinski fait remarquer que ces appareils sont étudiés pour protéger les réseaux basse tension contre les contacts accidentels avec les conducteurs à haute tension et qu'à ce titre les appareils Arcioni paraissent absolument efficaces.

La note de M. Schlumberger sera jointe au rapport de M. Moret sur les appareils en question.

En l'absence de M. Nicolini, la discussion de son rapport sur les chaufferies et foyers automatiques est remise à la prochaine séance.

Remise également la discussion d'une Note de M. Izart, présentant quelques observations sur le rapport de M. Nicolini.

M. le Président donne lecture d'un rapport de M. Drouin sur les lampes au tungstène; il exprime le vœu que la publication de ce rapport dans la *Revue* provoque les observations des adhérents sur les recherches qui ont pu être faites dans ce sens depuis la production du rapport de M. Drouin.

M. le Président fait connaître que la Chambre syndicale renvoie pour étude, à la Commission d'Exploitation et à la Commission technique, le projet d'enseignement technique élaboré par le Ministère du Commerce. On procédera dans une prochaine séance à la nomination d'un rapporteur.

M. le Président passe ensuite en revue les différentes questions à l'ordre du jour.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 octobre 1910.

Membres actifs.

MM.

Gryois (Léon), propriétaire du secteur électrique du Plateau central, 3, rue d'Alençon, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Ripert (André), ingénieur, 93, avenue de Clichy, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Membres correspondants.

MM.

Arnault (Paul), conducteur-électricien, 112, boulevard de Sébastopol, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Serrure (Georges), électricien, 23 *bis*, rue Morère, Paris, présenté par MM. Mary et E. Fontaine.

Silberzweig (Léon), ingénieur-électricien, 216, rue Saint-Jacques, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Usines.

Usine électrique de Châteaurenard (Bouches-du-Rhône).

Secteur électrique du Plateau central, de Lempdes (Haute-Loire).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

26° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage à la Sous-Commission du régime futur de l'électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

27° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la Maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'électricité à Paris.

28° Rejet par le Sénat de la Régie du gaz à Paris (séances des 21 et 23 février 1905).

29° Rapport de la Commission des Compteurs relatif aux réponses des Constructeurs de compteurs aux desiderata qui leur ont été soumis par la Commission (réservé aux exploitants d'usines électriques).

30° Modèle type de bulletin de commande de compteurs.

31° Compte rendu *in extenso* des séances de la Chambre des Députés des 31 octobre, 6, 8, 10 et 13 novembre 1905. (La question du gaz à Paris.)

32° Compte rendu *in extenso* de la séance du Sénat du 14 décembre 1905. (La question du gaz à Paris.)

33° Compte rendu *in extenso* des séances du Conseil municipal des 15 et 31 décembre 1905. (La question du gaz à Paris.)

34° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques (affiches).

35° Distributions d'énergie électrique (2 brochures).

36° Modèle de police d'abonnement.

37° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne.

38° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distribution d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par M. Ch. Sirey, avocat à la Cour d'appel de Paris.

39° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques.

40° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts.

41° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence.

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Chronique financière et commerciale : Convocations d'Assemblées générales, p. 398. — Nouvelles Sociétés, p. 398. — Société des Forces électriques de la Goule, p. 399. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. xv.



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

CANALISATIONS.

Câbles modernes pour hautes tensions.

M. Hoechstaedter, de Berlin, a présenté à l'Association électrotechnique allemande, le 22 mars 1910, et vient de publier dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* [1], les recherches qu'il a poursuivies aux ateliers Siemens-Schuckert de Berlin, à la fin de 1909 et au commencement de 1910, sur les câbles pour tensions supérieures à 20000 volts.

Ce travail apporte des documents d'expérience très intéressants et mérite une attention spéciale; malheureusement son étendue est considérable, plus de 50 colonnes de *E. T. Z.*, et nous ne pouvons que le résumer ici.

Bien entendu, il y a lieu de tenir compte de ce fait que les essais ont porté uniquement sur les câbles de la fabrication Siemens-Schuckert, mais, tels qu'ils sont, les résultats sont suffisamment instructifs pour fixer l'attention de tous ceux qui utilisent ou fabriquent des câbles pour hautes tensions.

Les essais ont porté exclusivement sur les câbles isolés au papier dont l'emploi devient de plus en plus général.

Les câbles fabriqués actuellement résistent à des tensions considérables et ils sont essayés à la rupture sous des tensions bien supérieures à leur régime normal de fonctionnement. Il est de pratique courante aujourd'hui de prélever sur les câbles des tronçons de petite longueur et de les soumettre à des tensions beaucoup plus élevées, cette pratique étant imposée par la crainte qu'un morceau isolé résiste mieux que le câble entier. C'est ainsi qu'aux ateliers Siemens-Schuckert des morceaux de câble de 1 m de longueur sont essayés à dix fois la tension normale, et même à 15 fois s'il s'agit de tensions de 2000 à 6000 volts. Des câbles triphasés de 10000 volts tiennent facilement 120000 à 140000 volts entre conducteurs.

Les recherches de M. Hoechstaedter ont eu pour but d'étudier l'homogénéité de la fabrication et les limites auxquelles on peut maintenant espérer atteindre dans la transmission d'électricité par câbles souterrains.

M. Hoechstaedter conclut de ses essais que « l'on pourrait faire travailler les isolants plus loin qu'on ne le fait et qu'un coefficient de sécurité de 5 paraît suffisant pour les hautes tensions lorsque des considérations mécaniques n'imposent pas des dimensions plus élevées. Cet abaissement du coefficient de sécurité n'augmente pas les pertes dans le diélectrique, lesquelles n'ont d'ailleurs pas d'importance au-dessous de 20000 volts.

» On peut actuellement réaliser des câbles pour des tensions de 50000 volts et aucune raison décisive ne s'oppose à leur emploi. »

[1] HOECHSTAEDTER, *Elektr. Zeit.*, t. XXXI, 12 mai 1910, p. 497; 19 mai, p. 509; 26 mai, p. 537; 2 juin, p. 558.

I. Quatre points ont été visés dans cette étude :
1° Pertes d'énergie dans le diélectrique;
2° Capacité;
3° Résistance d'isolement;
4° Résistance à la rupture par la tension.

I. La perte d'énergie dans les diélectriques ne devient importante que pour les hautes tensions, et là encore elle n'est pas très considérable; cependant, pour les très hautes tensions, ces pertes peuvent influer sur la marche à vide.

On admet généralement, d'après les travaux antérieurs, que les pertes diélectriques sont dues à l'*hystérésis diélectrique* et qu'elles sont proportionnelles à la fréquence du courant, comme pour l'hystérésis magnétique, et aussi qu'elles augmentent comme le carré de la tension; nous verrons plus loin que cette dernière loi n'est pas aussi générale qu'on le croit souvent.

La valeur de la capacité obtenue par la mesure au balistique différant de celle qu'on mesure avec le courant alternatif, l'auteur s'est demandé s'il existe une *capacité vraie* en alternatif, indépendante de la forme du courant et la relation de celle-ci avec la *capacité balistique*.

L'intérêt de la mesure d'isolement en courant continu se réduit à la détermination de cette grandeur à différentes températures et aussi à la question de savoir si les pertes par conductibilité dans le diélectrique jouent un rôle important et si elles forment une part notable des pertes totales.

Pour la rigidité il est utile de savoir si l'élévation de la tension produit un changement progressif des propriétés du câble jusqu'au moment de la rupture, ou si ce phénomène se produit brusquement sans avoir été annoncé à l'avance; pour élucider ce point, les diverses grandeurs électriques : capacité, pertes diélectriques, résistance, doivent être déterminées régulièrement jusqu'à la rupture du câble.

Il y a lieu de voir aussi l'influence du temps d'application de la tension sur toutes ces grandeurs, et enfin il faut chercher dans quelle mesure la régularité de fabrication est suffisante pour permettre de se baser sur les essais faits sur un tronçon au lieu du câble entier.

II. Pour la détermination des pertes et de la capacité, les mesures nécessitaient un grand nombre d'instruments : wattmètres, ampèremètres, voltmètres, oscillographes, etc., ainsi que des résistances et transformateurs appropriés, indépendamment du transformateur fournissant le courant à haute tension.

Les wattmètres employés étaient du modèle de précision de 0,5-1 ampère et 30 volts, dont la bobine ampère avait 15 ohms de résistance pour 0,5 ampère. Pour les très hautes tensions, un modèle spécial, de précision également, mesurant 0,333 ampère et 0,666 ampère, était disposé de façon à éviter complètement la déviation de l'aiguille sous l'action des charges statiques.

Les appareils étaient groupés selon les schémas des



figures 1 et 2 : dans la figure 1, tous les appareils sont reliés à la terre; dans la figure 2, le wattmètre et l'ampè-

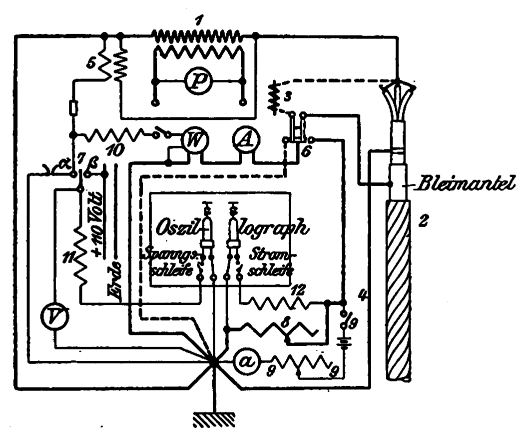


Fig. 1. — Schéma des appareils avec mise à la terre des instruments.

1. Grand transformateur.
2. Câble étudié.
3. Bobine de self-induction.
4. Fil de protection (anneau de garde).
5. Transformateur de tension.
6 et 7. Commutateurs.
8. Shunt de l'oscillographe-ampères.
9. Circuit d'étalonnage de l'oscillographe-ampères.
10, 11 et 12. Résistances des appareils de mesures.

remètre sont soigneusement isolés et reliés directement à la haute tension.

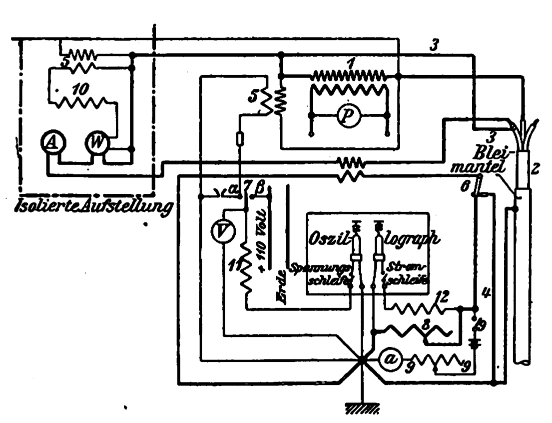


Fig. 2. — Schéma avec instruments isolés.

1. Grand transformateur.
2. Câble essayé.
3. Fil de protection.
4 et 5. Transformateurs.
6 et 7. Commutateurs.
8. Shunt de l'oscillographe.
9. Circuit d'étalonnage.
10, 11 et 12. Résistances des appareils

Les deux schémas renferment, en outre, des appareils directement employés à la mesure, les ampèremètre et voltmètre destinés à l'étalonnage précis des oscillographes.

Les hautes tensions, même dans le cas de mise à la terre, occasionnent des difficultés, particulièrement au voisinage de la rupture, et des étincelles éclatent fréquemment entre les différentes parties des appareils. Pour éviter les pertes par les extrémités des câbles, des dispositions spéciales avaient été prises et elles étaient si efficaces qu'on apercevait seulement une faible luminosité à 50000 ou 60000 volts.

Pour éviter que les courants de fuite par l'extrémité des câbles vienne troubler les mesures, des conducteurs, formant anneau de garde, étaient disposés aux bouts des câbles comme on le fait généralement dans ces mesures.

La mesure de la puissance absorbée dans le câble était faite à la fois par le wattmètre et par la combinaison des courbes volts et ampères des oscillographes, des essais préliminaires ayant permis de s'assurer de la parfaite concordance des deux courbes et que les transformateurs de mesure n'apportaient aucune erreur dans la phase des courants.

De plus, afin d'éviter les erreurs du wattmètre dues au faible facteur de puissance du câble, un commutateur permettait de mesurer séparément l'énergie dépensée dans le câble, celle qui était dépensée dans une bobine de self-induction placée en parallèle avec le câble, et enfin la somme des deux. Dans ces conditions il est possible de régler la self-induction de façon à obtenir la résonance presque parfaite et le facteur de puissance de l'ensemble atteint 0,7, tandis que le câble seul donne 0,03.

Nous passons sans y insister sur le réglage des oscillographes et notons simplement que la finesse des courbes obtenues était suffisante pour faire des lectures à 0,1 mm près.

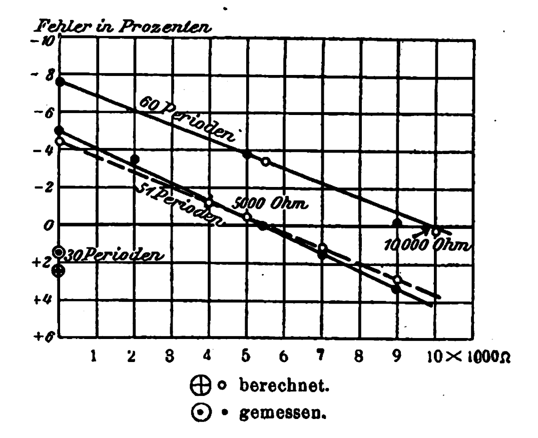


Fig. 3. — Erreurs d'un wattmètre avec transformateur en fonction de la résistance du circuit haute tension.

Fehler in Prozenten : erreur pour 100.
Berechnet : Calculé.
Gemessen : mesuré.

Les erreurs des wattmètres étaient calculées d'après les formules habituelles; toutefois, comme il y avait à tenir compte du transformateur de tension qui alimente le circuit volts du wattmètre, l'erreur pourrait être compensée parfaitement à condition d'intercaler dans le circuit haute tension une résistance convenable. En

effet, la condition à remplir, c'est que le courant secondaire du transformateur, qui parcourt la bobine volts du wattmètre soit en phase avec la tension aux bornes du primaire; or, pour une résistance primaire faible, si l'accouplement des deux circuits n'est pas parfait, la tension primaire avance de moins de 180° sur le courant secondaire; au contraire, si la résistance primaire est grande, l'avance est de plus de 180°. Il y a donc une résistance particulière du circuit primaire qui annule l'erreur du wattmètre; c'est ce que montre la figure 3 où les courbes d'erreurs en fonction des résistances intercalées dans le primaire sont calculées et mesurées pour le wattmètre employé et un transformateur 20000/110 aux fréquences 51 et 60. On voit sur ce graphique qu'une résistance de 10000 ohms dans le primaire annule l'erreur à la fréquence 60.

III. Cette partie renferme l'étude détaillée d'un câble à trois conducteurs de chacun 25 mm² de section (câble n° 1); l'épaisseur d'isolant est de 3,5 mm et le poids total de la masse isolante est de 0,384 kg par mètre courant de câble. Ce type est prévu pour 3 à 5000 volts.

Pertes diélectriques. — La forme du courant n'a pas d'action sur les pertes diélectriques si l'on rapporte les comparaisons à la tension maximum et non à sa valeur efficace. Ceci se vérifie bien sur la figure 4 où sont indi-

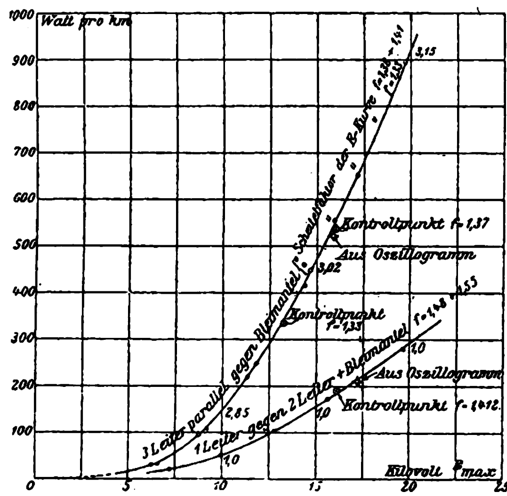


Fig. 4. — Pertes diélectriques en fonction de la tension maximum.

3 Leiter parallel gegen Bleimantel : 3 conducteurs contre plomb.

1 Leiter gegen 2 Leiter + Bleimantel : 1 conducteur contre 2 conducteurs plus plomb.

Scheitelfaktor : facteur de pointe.

quées les pertes en watts par kilomètre mesurées avec des courants dont le facteur de pointe

$$\text{facteur de pointe} = \frac{\text{tension maximum}}{\text{tension efficace}}$$

varie de 1,33 à 1,41 dans un cas et 1,48 et 1,55 dans l'autre. Dans le premier cas la mesure est faite en groupant les trois conducteurs en parallèle contre le plomb formant la seconde armature et, dans le second cas, un conducteur seul contre les deux autres réunis au plomb. La figure montre aussi que les pertes sont environ 3 fois plus petites dans le second cas que dans le premier.

De nombreux essais montrent que les pertes sont proportionnelles aux fréquences, ce que la figure 5 met

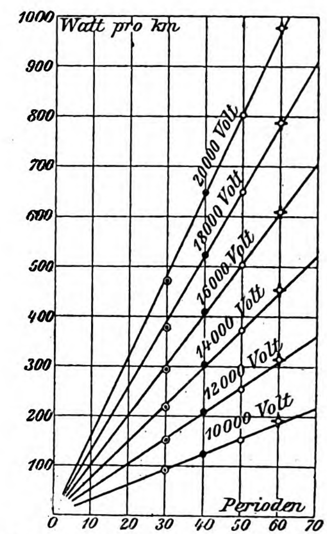


Fig. 5. — Relation linéaire entre les pertes et la fréquence Câble n° 1; $t = 19°C$.

bien en évidence; dans cet essai les trois conducteurs sont réunis contre le plomb. Le phénomène est, pour la fréquence, analogue à l'hystérésis magnétique.

Sur la figure 6 on voit que les pertes croissent un peu

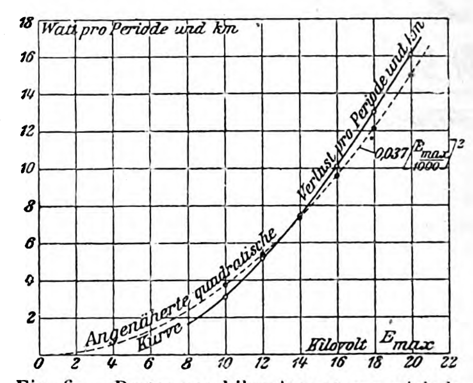


Fig. 6. — Pertes par kilomètre et par période, en fonction de la tension maximum.

Angenährte quadratische Kurve : loi du carré approchée.

Verlust : perte.

plus vite que le carré de la tension entre 7 et 21000 volts. Nous verrons plus loin que la relation entre les pertes et la tension n'est pas la même pour tous les types de câbles.

La mesure des pertes a été faite au moyen des oscillogrammes en procédant de la façon suivante :

Le tracé est agrandi sur papier quadrillé en millimètres

et, à l'aide des valeurs simultanées relevées sur les courbes volts et ampères. on trace la courbe des puissances instantanées EJ et l'on fait l'aire des surfaces positives et négatives de cette courbe : la différence des aires correspond à la dépense propre du câble. La figure 7 montre un exemple de cette manière d'opérer qui, on le conçoit facilement, est assez pénible, mais conduit à de bons résultats. D'ailleurs, la concordance avec les mesures au wattmètre est très satisfaisante.

On peut, d'après ces courbes, tracer la courbe d'hystérésis diélectrique comme on trace celle de l'hystérésis magnétique. En effet, la capacité instantanée $\frac{Q}{E}$ correspond à la perméabilité $\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{H}}$ et, comme elle, dépend du cycle parcouru antérieurement.

En intégrant la courbe $J = f(t)$, on obtient la courbe Q de la figure 7 et l'on peut tracer une nouvelle courbe

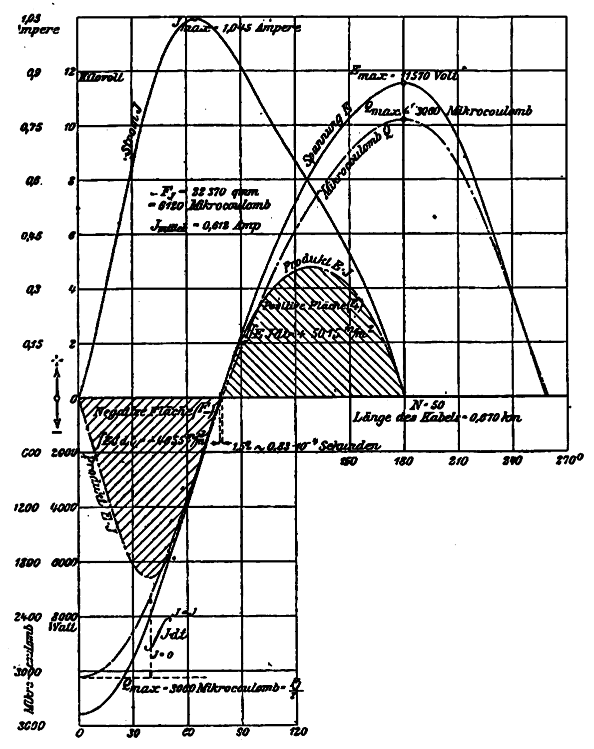


Fig. 7. — Agrandissement d'un oscillogramme.
Câble n° 1 ; $t = 19°$ C.
Strom : courant.
Spannung : tension.

de Q en fonction de E; c'est ce qu'on a fait sur la figure 8 où l'on voit le cycle parcouru; bien que cette courbe ne présente pas l'inflexion de la courbe magnétique correspondante, on ne peut pas éviter de comparer les deux phénomènes. Bien entendu, l'aire de la courbe figure 8 donne pour la perte diélectrique la même valeur que la figure 7.

Il faut remarquer sur la figure 7, et le fait a été vérifié sur plus de 100 oscillogrammes différents, qu'il y a coïncidence parfaite entre le maximum de la tension et le zéro de l'intensité. Ceci est une propriété des câbles en

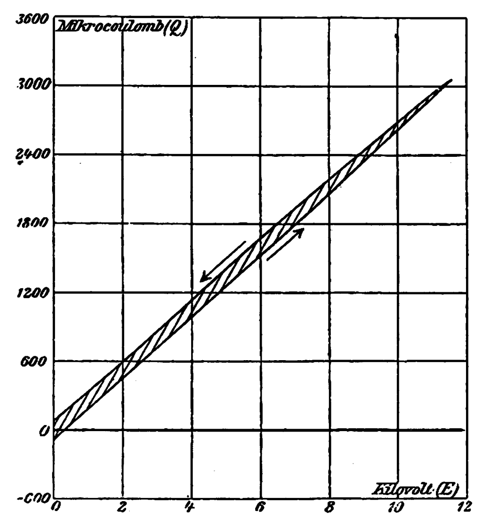


Fig. 8. — Boucle d'hystérésis diélectrique.

papier, c'est la preuve qu'il n'y a pas de viscosité diélectrique appréciable, mais seulement un phénomène ana-

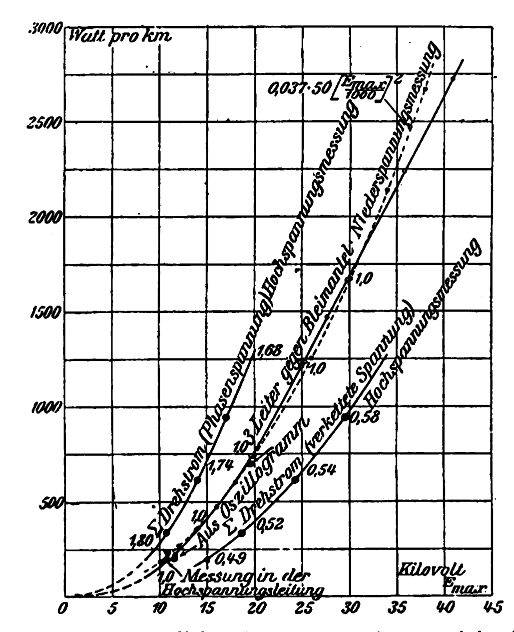


Fig. 9. — Pertes diélectriques comparées en triphasé et en alternatif.
Drehstrom : courant polyphasé.
Verkettete Spannung : tension composée.
Phasenspannung : tension étoilée.
Hochspannungsmessung : mesure en haute tension.
Niederspannungsmessung : mesure en basse tension.

logue à l'hystérésis magnétique, une sorte de friction causée par l'électrisation variable.

La quantité Q qui entre dans les courbes précédentes n'est pas en réalité la charge libre du câble

$$Q_c = CE,$$

mais elle renferme aussi la quantité d'électricité qui correspond au courant de conduction à travers le diélectrique. En réalité, ce dernier est assez faible pour ne pas augmenter les pertes d'une manière appréciable.

La figure 9 permet de comparer les pertes du câble fonctionnant en triphasé avec celles du courant alternatif. Les pertes en triphasé ont été déterminées en mesurant la perte pour chaque conducteur par rapport à la terre et en additionnant les trois résultats. Pour le courant alternatif les trois conducteurs ont été mis en parallèle contre le plomb mis à la terre. Le rapport entre les pertes en alternatif et en triphasé, rapporté à la tension composée, est voisin de 0,55; rapporté à la tension par phase, il est de 1,75. Comme on le voit sur la figure 9 par comparaison avec la ligne pointillée, les pertes sont presque proportionnelles au carré de la tension.

Capacité. — L'auteur appelle *capacité vraie* le rapport $\frac{Q}{E}$ du maximum de la quantité d'électricité au maximum de la tension, c'est-à-dire la valeur correspondant au maximum du cycle de la figure 8. Il appelle *capacité efficace* celle qu'on déduit des mesures des tensions et intensités efficaces, ou, en microfarads,

$$C_{\text{eff.}} = \frac{10^6}{2\pi N} \frac{I_{\text{eff.}}}{E_{\text{eff.}}};$$

enfin la *capacité statique* est celle qui est mesurée au galvanomètre balistique.

Aux erreurs d'expérience près, l'accord est parfait entre la *capacité statique* et la *capacité vraie* pour des tensions allant jusqu'à 6 fois la tension normale. La constance de cette propriété jusqu'à la tension de rupture montre que la capacité vraie est bien une propriété appartenant au câble et indépendante de la température.

La *capacité efficace* varie avec la *forme* du courant et des différences de 50 pour 100 ont été constatées dans certains cas.

Effet de la température. — Le câble n° 1 a été chauffé pendant 6 heures jusqu'à une température voisine de 60°, laquelle n'a pas été dépassée pour ne pas provoquer la liquéfaction de l'asphalte qui remplit le câble. Des dispositions étaient prises pour faire de temps en temps la mesure de la résistance des conducteurs d'où l'on déduisait la température moyenne.

Les pertes diélectriques décroissent presque régulièrement de 0° à 40°; elles passent par un minimum vers 50° et remontent ensuite; c'est ce que montre la courbe de la figure 10, résultat des mesures faites à 11800 volts efficaces ou 17000 volts maximum. L'existence de la température donnant une perte minimum a déjà été observée par Humann.

Pour essayer d'expliquer le phénomène, une nouvelle série d'expériences fut faite, parallèlement avec la détermination balistique de l'isolement et de la capacité statique; les résultats sont donnés dans la figure 11. Les mesures, faites avec 14000 volts efficaces ou 19500 maximum, donnent la même forme de courbe pour les pertes et l'on voit que l'isolement décroît très rapidement suivant une loi exponentielle, tandis que la capacité statique croît brusquement à partir de 35°. Ce dernier

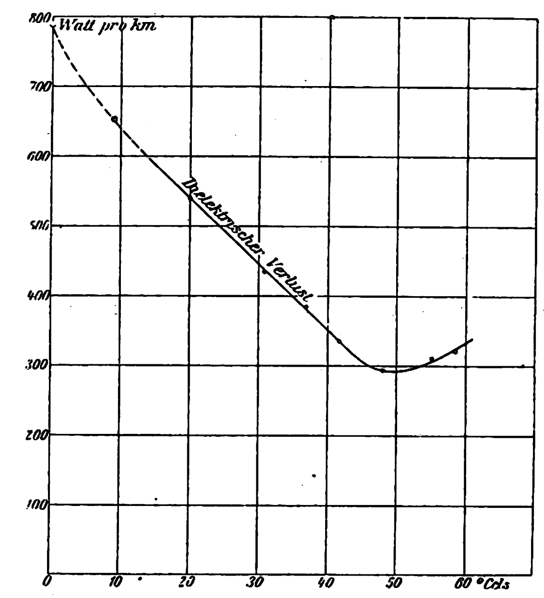


Fig. 10. — Pertes diélectriques en fonction de la température. Câble n° 1; fréquence 51; 3 conducteurs contre plomb.

effet n'est qu'apparent, car la capacité vraie reste constante et il s'explique facilement par l'augmentation

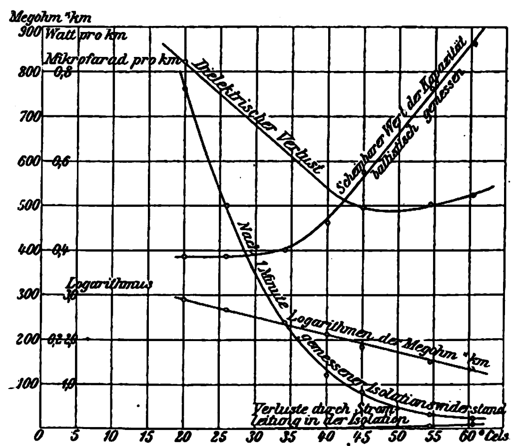


Fig. 11. — Changement des constantes des câbles avec la température.
Dielektrischer Verlust : pertes diélectriques.
Scheinbarer Wert der Kapazität : valeur apparente de la capacité.

de la conductibilité qui fausse complètement les déviations du galvanomètre.

Il n'y a évidemment aucune relation entre les deux effets inverses qui se produisent de 0° à 40° : accroissement de la conductibilité et diminution des pertes dié-

lectriques; au delà de cette température, la corrélation est très douteuse, puisque la perte totale par effet Joule n'atteint qu'une faible fraction des pertes totales mesurées, ainsi que le montre la courbe inférieure de la figure 11 (*Verluste durch Stromleitung in der Isolation*).

En résumé, pour le câble essayé :

« Les pertes diélectriques décroissent presque régulièrement de 2 pour 100 quand la température augmente de 1 pour 100 entre 0° et 50° environ.

» La résistance d'isolement décroît suivant une exponentielle et descend assez pour fausser les mesures balistiques à partir de 35°.

» La capacité vraie se montre constante entre 20° et 60°.

» Il ne semble y avoir aucune relation entre la conductibilité et les pertes diélectriques. »

Variation des constantes au voisinage de la tension de rupture. — Un morceau de 200 m du même câble fut

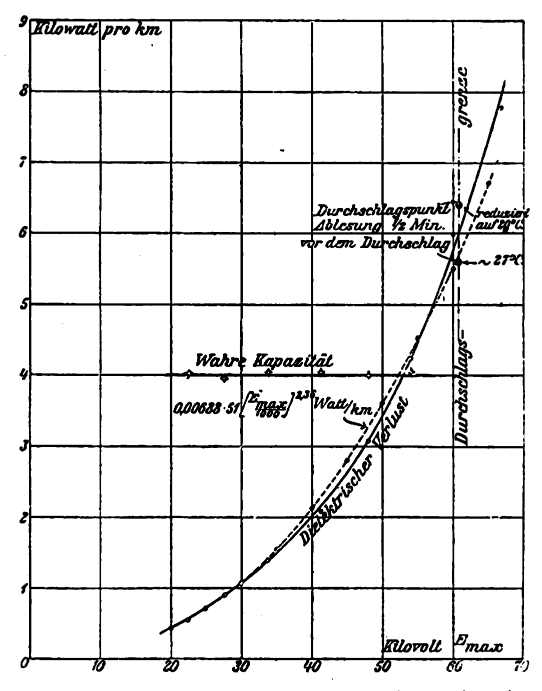


Fig. 12. — Pertes diélectriques et capacité en fonction de la tension maximum.

Wahre Kapazität : capacité vraie.
Durchschlagsgrenze : limite de perforation.
Durchschlagspunkt : point de rupture.
Ablesung ½ Min. vor dem Durchschlag : lecture une ½ minute avant la rupture.

soumis à des mesures de pertes, de capacité et d'isolement jusqu'au voisinage de la tension de rupture. Ces mesures furent faites avec les trois conducteurs en parallèle contre le plomb et leur durée fut limitée exactement au temps nécessaire pour les connexions, les mesures et la photographie des oscillogrammes.

Les résultats réunis dans la figure 12 montrent que la capacité vraie reste constante jusqu'au voisinage de la tension de perforation, les mesures balistiques donnant, d'autre part, pour l'isolement et la capacité statique :

Avant...	980 mégohms par km	0,385 microfarad par km
Après...	670 —	0,394 —

La courbe des pertes diélectriques présente une continuité parfaite et aucune anomalie ne signale la tension à laquelle se produit la rupture.

A la suite de ces essais le même câble fut soumis pendant plusieurs heures à des tensions de 25 000 à 35 000 volts efficaces, enroulé sur un tambour pour que son échauffement soit plus comparable à ce qu'il serait avec le câble enterré.

A 25 000 volts efficaces, 33 400 maximum, fréquence 50,5, la perte diélectrique reste constante pendant les 3 heures d'essai, sa valeur étant de 1105 watts par kilomètre, avec un courant total de 0,65 ampère efficace, soit une capacité efficace de 0,410 microfarad par kilomètre.

Un échauffement, très difficilement mesurable, de 2° environ, s'était produit, accompagné d'un léger abaissement de l'isolement.

Les jours suivants, l'isolement étant redevenu normal, (600 à 700 mégohms par kilomètre à 20°), le même câble fut soumis à une tension efficace de 34 100 volts ou 45 500 volts au maximum, sur la même fréquence et avec une température initiale de 20°.

Pendant les 3 heures de l'essai, la capacité efficace est restée constante : 0,418 microfarad par kilomètre; la perte diélectrique est descendue de 2901 à 2260 watts par kilomètre, soit 22 pour 100 environ, et l'isolement s'est abaissé de 625 à 280 mégohms par kilomètre, tandis que la mesure de résistance des conducteurs indique une élévation de température de 10° environ. Il est facile de voir que ces résultats sont bien d'accord avec ceux de la figure 11 obtenus par chauffage artificiel.

Après un nouveau repos pour laisser le câble revenir à la température normale, une tension efficace de 45 500 volts a été appliquée (60 500 volts maximum) et la perforation s'est produite soudainement au bout de 3 minutes, au moment du déclenchement d'un disjoncteur sensible intercalé dans le réseau à basse tension. La perforation était à 150 m environ d'un bout, dans une partie parfaitement saine du câble.

Quelques instants avant la rupture, les mesures avaient donné : capacité efficace, 0,413 microfarad par kilomètre; pertes diélectriques, 5580 watts par kilomètre, la température étant d'environ 26° à 27°. En ramenant la perte ci-dessus à 20°, on obtient 6400, et en portant les deux valeurs 5580 et 6400 sur la figure 12, on voit que ces deux points tombent de part et d'autre de la courbe et assez près, de sorte que le résultat est très satisfaisant et montre bien que, jusqu'à la perforation, il ne se produit aucune modification des propriétés.

Trois morceaux de 6 m prélevés en différents points du câble ont été amenés, par bonds de quelques minutes de durée chacun, à des tensions de 30, 40, 45 et 50 000 volts efficaces. La perforation s'est produite pour les trois échantillons à 50 000 volts au bout de 2 à 3 minutes, les points de perforation ne présentant aucune particularité. La tension de rupture de ces échantillons serait

donc de 10 pour 100 environ plus élevée que celle du câble entier, cette différence est négligeable.

Aux petites irrégularités d'épaisseur près (0,5 mm), la rigidité de cet isolant, rapportée au millimètre, serait

$$\frac{45500}{3} = 15200 \text{ volts efficaces}$$

ou 20200 volts maximum; mais dans les câbles à trois conducteurs, la répartition des tensions est plus défavorable que dans les câbles à conducteur unique; les valeurs ci-dessus peuvent, pour ce fait, être augmentées de 20 pour 100 environ, soit 20000 volts efficaces ou 26000 volts maximum.

Les essais de durée, comme les essais momentanés, conduisent aux conclusions suivantes :

« Le câble reste, dans les essais momentanés, jusqu'à la tension de rupture et, dans les essais de durée, sûrement jusqu'à 20 pour 100 au-dessous de la tension de rupture, complètement invariable dans ses propriétés.

» La perforation se produit spontanément, sans aucun phénomène précurseur.

» La tension de perforation n'est pas rigoureusement déterminée, des circonstances accessoires pouvant jouer un rôle important; la durée d'essai affecte particulièrement cette tension limite et il semble qu'un essai de 5 minutes est suffisant pour la détermination de cette tension.

» Il n'y a pas de différence sensible dans la tension de rupture des échantillons courts et le câble entier sur lequel ils sont prélevés.

» La rigidité de l'isolant du câble essayé s'élève à environ 20000 volts efficaces par millimètre d'épaisseur. »

IV. Afin de savoir si différents types de câbles se comportent de la même façon, un certain nombre de câbles, dont les données principales sont réunies dans le Tableau ci-dessous, furent soumis à des essais du même genre que les précédents :

N°.	Type.	Longueur.	Épaisseur de l'isolant.	Poids de l'isolant par mètre courant.
		m	mm	kg
I......	KBA 3 × 25 3000 à 5000 volts	200	3,5	0,384
II.....	KBA 3 × 95 20000 volts	154	13	3,840
III....	BK 3 × 35 5000 volts	500	3,5	0,450
IV.....	KEEA 3 × 16 5000 volts	490	3,5	0,350
V......	KBA 3 × 25 10000 volts	248	8,5	1,400
VI	KB 3 × 100 20000 volts	165	12	3,570
VII....	KB 3 × 100 20000 volts	165	12	3,570
VIII *a*..	KB 50	100	6,5	0,550
VIII *b*..	KB 50	100	13	1,325

Le câble VIII *b* est le même que VIII *a* dont l'isolant a été porté de 6,5 mm à 13 mm d'épaisseur.

La figure 13 donne pour ces câbles les pertes diélectriques en fonction de la tension maximum, et la figure 14, la perte en watts par kilogramme d'isolant, en fonction de la tension maximum par millimètre d'épaisseur d'isolant (perte spécifique).

Ces courbes montrent que la perte dans les câbles à conducteurs multiples dépend principalement de la

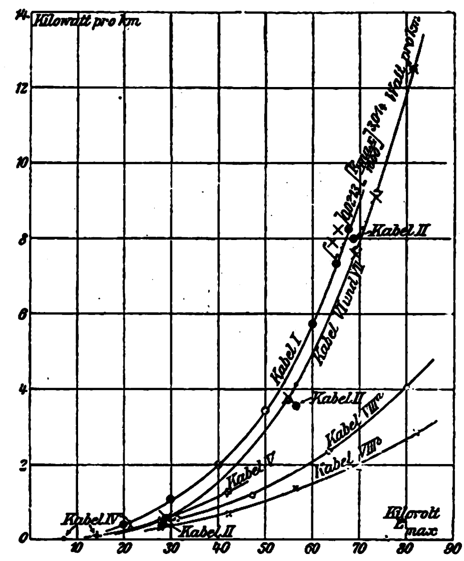


Fig. 13. — Pertes diélectriques des différents types de câbles.

tension appliquée et moins du type de câble. Ainsi, le câble I, avec 3,5 mm d'isolant, diffère peu, au-dessous de 30000 volts maximum, de VI et VII qui ont 12 mm

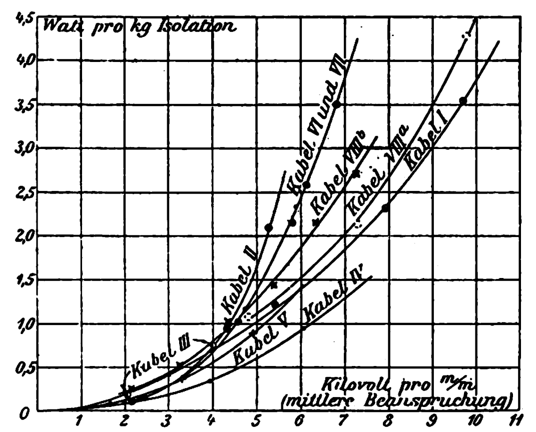


Fig. 14. — Pertes diélectriques spécifiques des différents types de câbles.

Kilovolt pro mm (mittlere Beanspruchung) : kilovolts par millimètre (chute de tension moyenne dans l'isolant).

et de II qui a 13 mm; le grand volume de l'isolant a l'avantage de soumettre celui-ci à un moindre effort électrostatique.

Les pertes à haute tension sont considérables et les différentes courbes montrent qu'elles ne peuvent pas être représentées par une même puissance de la tension maximum.

Les câbles simples VIII *a* et VIII *b*, essayés jusqu'à 70000 volts efficaces, donnent des pertes qui croissent à peu près comme la puissance 2 de la tension, tandis que les câbles VI et VII suivent à peu près la troisième puissance; il n'y a donc là qu'une loi empirique.

Pour les câbles VIII *a* et VIII *b*, la capacité vraie et la capacité balistique concordent bien et la constante diélectrique, déduite de la formule

$$K = C\,18 \log_n \frac{R}{r},$$

R et *r* étant les rayons du conducteur et de l'isolant jusqu'au plomb, donne

VIII *a* .... $K = 3,12$
VIII *b* .... $K = 3,22$

Le pouvoir diélectrique est donc bien ici une véritable constante de la matière isolante employée.

Les couches isolantes en contact avec le conducteur sont soumises à une chute de tension plus grande que les couches éloignées; la rigidité de la matière isolante doit donc être mesurée près du conducteur et sa valeur est alors donnée par la tension divisée par l'épaisseur fictive de l'isolant :

$$\text{épaisseur fictive} = r \log_n \frac{R}{r}.$$

Ce calcul appliqué à la tension de rupture du câble VIII *b*, pour lequel la mesure a donné 110000 volts efficaces, conduit à une rigidité de 16000 volts efficaces par millimètre.

Des mesures des pertes dans les différents modes de couplage des conducteurs ont été faites sur le câble VII et donnent, comme valeurs relatives des pertes diélectriques :

	A 30000 volts efficaces.	A 40000 volts efficaces.
1 conducteur contre 1 conducteur (plomb à la terre)	1	1
1 conducteur contre 2 conducteurs (plomb à la terre)...	1,79	»
1 conducteur contre 2 conducteurs et plomb	2,5	»
Triphasé, tension composée.......	2,98	2,98
3 conducteurs contre plomb......	6,2	»
Triphasé, tension étoilée.........	17,2	»

V. L'auteur, étudiant ensuite la perte diélectrique dans les câbles pour une transmission de 50000 volts, 15000 kiwatts, 50 km, en triphasé, conclut que dans ce cas :

Les pertes diélectriques sont, à 50 périodes par seconde, du même ordre que les pertes dans le cuivre à pleine charge, mais qu'elles sont plus faibles à la fréquence 15. Les pertes diélectriques sont à considérer dans la marche à vide.

Au point de vue de la sécurité, le câble triple n° VII donnerait plus de garantie entre les conducteurs et la terre; trois câbles n° VIII *b*, au contraire, seraient un peu plus sûrs au point de vue de la rupture entre conducteurs.

En ce qui regarde les pertes diélectriques, les trois câbles simples dépenseraient environ la moitié du câble triple et, comme la capacité de ce dernier est plus grande, le courant de charge est aussi plus grand, ce qui augmente la perte par effet Joule dans les conducteurs; les trois câbles simples sont donc encore avantagés par ce fait.

Ces considérations ne suffisent évidemment pas à trancher la question en faveur de l'un ou l'autre système, mais il est nécessaire d'en tenir compte dans l'étude d'un projet. D'autres considérations non moins importantes, tellés que les facilités de pose, commodité des emboîtements, etc., jouent un rôle considérable et peuvent conduire à des solutions diverses selon les circonstances.

H. Armagnat.

DIVERS.

Transmission d'énergie à 135000 volts dans la province de Michigan.

Il s'agit de transporter, à la tension de 135000 volts, les 9000 kilowatts triphasés fournis par l'usine hydroélectrique des chutes de Cook sur la rivière Au Sable, d'une part à Flint, 200 km, et d'autre part à Battle Creek, 104 km; en ce dernier point, le réseau haute tension sera relié au réseau à 44000 volts du South and Central Michigan. La ligne aérienne est constituée par trois conducteurs en cuivre de 8,25 mm de diamètre qui sont attachés à des isolateurs en chapelets; ceux-ci sont eux-mêmes suspendus à des consoles fixées à des pylônes en acier. L'écartement entre conducteurs est de 5,81 m et le plus bas se trouve à 12 m au-dessus du sol. Chaque isolateur élémentaire a été essayé à une tension permanente de 70000 volts et, pendant quelques minutes, à 100000 volts; les 8 éléments en série de chaque isolaforment une longueur totale de 1,3 m comptée entre l'anneau d'accrochage et le conducteur. Les pertes par rayonnement sont évaluées à 0,62 kw par kilomètre. Il n'a pas été prévu de parafoudres qu'on a considérés comme inutiles, étant donnée la haute tension de la ligne.

Les transformateurs élévateurs utilisés à l'usine génératrice sont des transformateurs monophasés couplés en triangle. Les bornes haute tension sont reliées à des barres collectries formées de tubes de cuivre et dont l'isolement est assuré par des isolateurs ancrés aux murs et au plafond. Entre les barres et la sortie des lignes, on a installé des interrupteurs unipolaires à huile.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MÉTALLURGIE.

L'aciérie électrique de Dommeldange (Grand-Duché de Luxembourg.)

INTRODUCTION. — Les installations que nous nous proposons de décrire dans cet article offrent l'un des plus remarquables exemples de l'importance décisive prise par l'électricité dans le domaine de la grande industrie métallurgique. Alors que beaucoup d'usines n'adoptent qu'avec une timidité souvent exagérée les méthodes modernes de travail, la Société Le Gallais, Metz et Cie, s'affranchissant des préjugés en cours, n'a pas craint de mettre sur pied une usine dotée de tous les perfectionnements de la technique moderne.

Les usines de Dommeldange ne comprenaient primitivement que des hauts fourneaux, mais, en raison des avantages économiques que présente l'installation d'une aciérie sur le lieu même de production de la fonte, la Société des Forges d'Eich, Le Gallais, Metz et Cie, décida d'accroître l'importance de ses usines par la construction à Dommeldange d'une aciérie destinée à la fabrication exclusive d'acier électrique, sous forme d'acier moulé, d'acier forgé et d'acier en lingots. Cette aciérie fut terminée le 15 août 1909 et est aujourd'hui en période de marche normale.

Malgré le peu d'intérêt que semble présenter pour des électriciens la fabrication proprement dite de l'acier, nous suivrons l'ordre normal des diverses transformations et décrirons sommairement les appareils utilisés, nous réservant toutefois d'insister particulièrement sur les plus intéressantes applications de l'électricité.

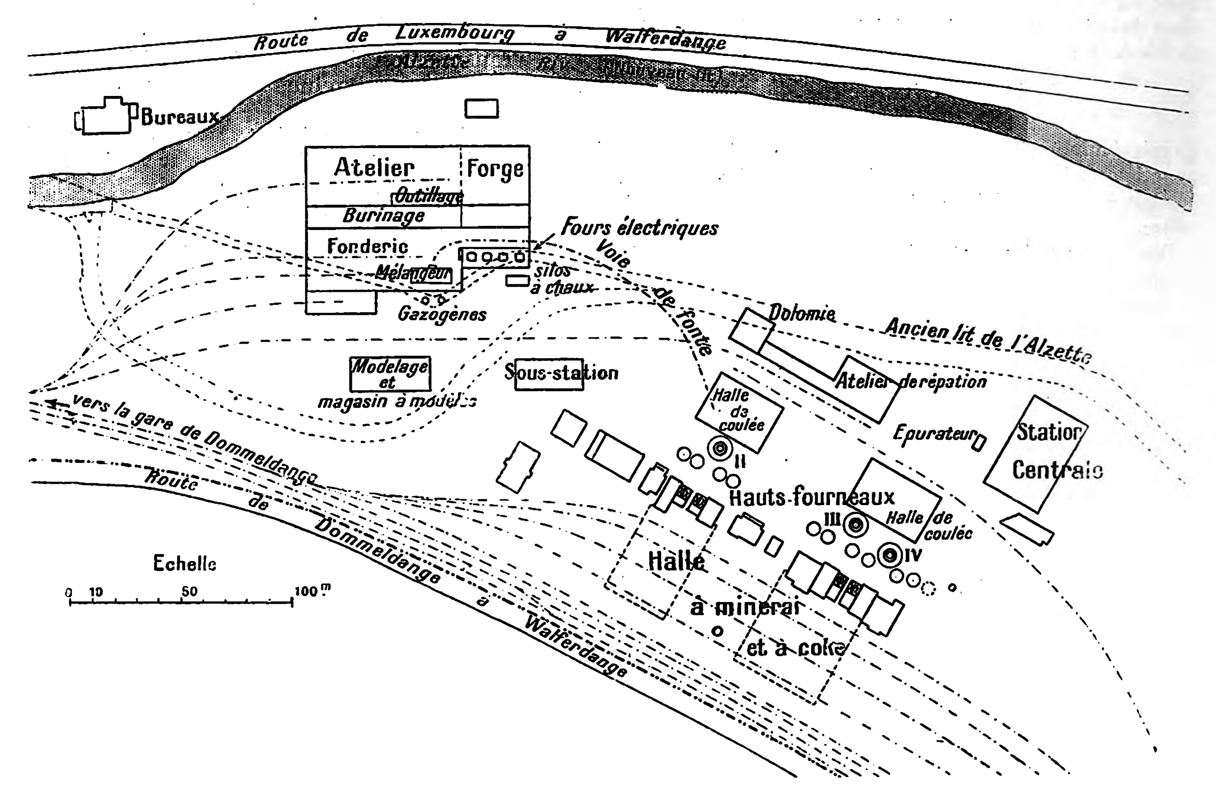


Fig. 1. — Usines de Dommeldange, plan d'ensemble.

GÉNÉRALITÉS. — La figure 1 donne schématiquement le plan d'ensemble de l'usine. On y voit l'emplacement des divers bâtiments qui, avec les cours et espaces libres pour extensions futures, occupent une superficie d'environ 15 hectares. L'usine est bordée d'un côté par l'Alzette, petit affluent de la Moselle et de l'autre par la voie ferrée de Luxembourg à Liége. La figure 2 donne une vue générale.

Les usines comprennent :

Trois hauts fourneaux et leurs installations auxiliaires;



halles de coulée, chantiers de décrassage, machines soufflantes, appareils à air chaud, système d'épuration des gaz, ateliers de réparations, etc;

Une station centrale avec moteurs à gaz;

Une sous-station de transformation;

Une aciérie électrique;

Un hall de moulage;

Un atelier d'ajustage, une halle pour le forgeage des lingots et l'étirage des barres d'acier, et d'autres installations accessoires dont il sera question plus loin. La disposition de tous ces accessoires de l'aciérie est très rationnelle, de sorte que la matière s'achemine vers le parachèvement sans subir ni retour ni arrêt.

Le schéma que nous donnons figure 3 indique le mode de production et d'utilisation de l'énergie et permet de se rendre compte, de prime abord, du caractère moderne de l'installation. Notons l'emploi à peu près exclusif du moteur à gaz pour la production de l'énergie électrique utilisée dans les divers services de l'usine. La vapeur n'est employée que comme réserve.

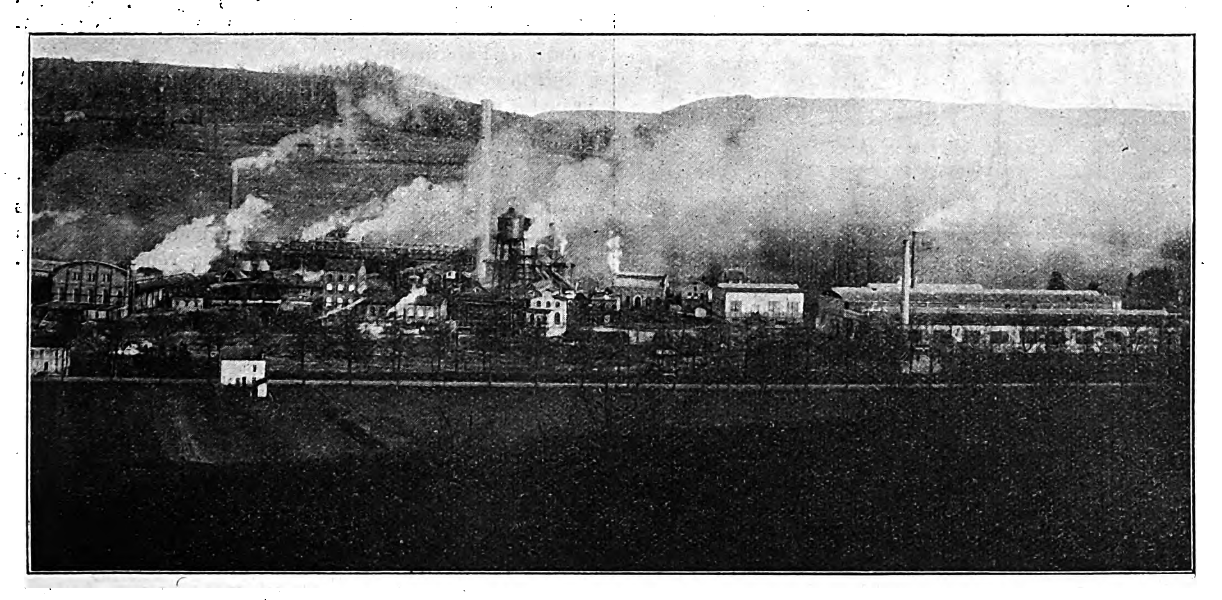


Fig. 2. — Vue générale des usines de Dommeldange.

En raison de l'importance considérable que prennent aujourd'hui les hauts fourneaux comme générateurs d'énergie, nous croyons utile de donner quelques renseignements généraux sur ces appareils qui sont, comme on l'a déjà fait remarquer, les plus parfaits des gazogènes.

Hauts fourneaux. — Les trois hauts fourneaux de Dommeldange fournissent une production journalière totale de 315 tonnes de fonte; ils sont de construction moderne et répondent aux dimensions principales suivantes :

Hauteur totale	18,25 m
Diamètre au gueulard	4,04 —
— au ventre	5,25 —
— du creuset	2,40 —
Cube total utile	2,27 m³

La figure 4 donne une coupe verticale d'un haut fourneau montrant ses diverses parties.

Les minerais traités sont des minerais en roche d'une dureté moyenne, calcaires et siliceux, assez facilement réductibles; leur rendement au haut fourneau est de 31 pour 100; ils proviennent du Grand-Duché de Luxembourg.

Le coke est fourni simultanément par des charbonnages allemands et belges.

Des monte-charges verticaux en fer élèvent la charge au niveau du gueulard. Ces monte-charges sont à vapeur, mais seront incessamment transformés en monte-charges électriques.

Le vent est insufflé dans chaque fourneau par cinq tuyères, à la pression de 20 à 25 cm de mercure. Les machines soufflantes, au nombre de deux, sont du type horizontal, de la « Siegener Maschinenbau Aktien-Gesellschaft », actionnés par moteurs à gaz Kœrting à deux temps et double effet. Ces soufflantes ont une course de 1,40 m. La distribution comprend, à l'admission, trois tiroirs cylindriques et, au refoulement, de simples clapets; l'alésage du cylindre à gaz est de 800 mm, celui du cylindre à vent de 2250 mm. La vitesse est de 65 t : m. La quantité de vent aspirée par minute est d'environ 700 m³. La pression est réglable à volonté et peut être portée à 50 cm de mercure. Le poids total de la machine avec son volant est de 200 tonnes.

En plus de ces deux soufflantes à gaz, qui sont installées dans le bâtiment de la station centrale (*fig.* 13), l'usine possède comme réserve quatre soufflantes verticales à vapeur, ancien type Cockerill.

Les variétés de fonte produites se répartissent en trois catégories : fontes de moulage, fontes Thomas et fontes de puddlage. Les fontes de puddlage et de moulage sont

10...

vendues en Allemagne et en Belgique; les fontes Thomas sont destinées à la fabrication directe des aciers électriques sur le lieu même, sans avoir à subir une deuxième fusion.

Les hauts fourneaux sont à gueulard ouvert (¹) avec prise de gaz centrale plongeant de 3 m dans le fourneau

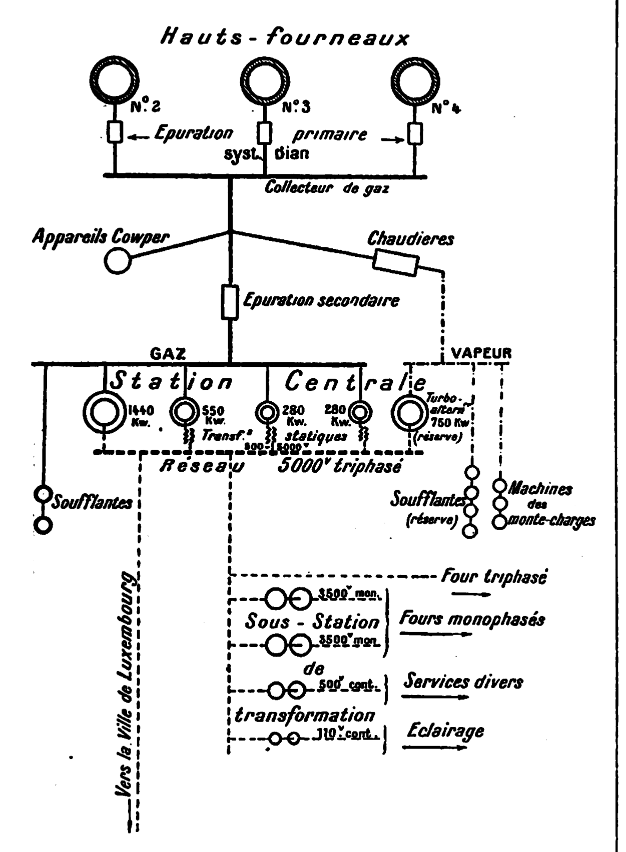


Fig. 3. — Schéma de la production et de l'utilisation de l'énergie aux usines de Dommeldange.

et deux prises de gaz latérales branchées sur une caisse circulaire. La prise centrale de 1,55 m de diamètre et la caisse circulaire à gaz ménagent entre elles un espace annulaire de 3,23 m de diamètre extérieur où l'on déverse les charges.

Chaque fourneau possède quatre appareils à air chaud type Cowper, de 19 m de hauteur et 6,70 m de diamètre, à puits elliptique. On sait que ces appareils sont de simples accumulateurs thermiques constitués par un grand volume de briques disposées de façon à présenter une grande surface de refroidissement, et servant au chauffage de l'air insufflé dans les fourneaux. Un système de vannes permet de mettre l'appareil alternativement en communication avec le gaz venant du haut fourneau et avec la conduite de vent. La modification de marche se fait en général toutes les heures. Durant la première phase, le gaz, en brûlant dans le puits ou chambre de combustion du Cowper, cède à la maçonnerie une grande partie de ses calories; ces calories sont restituées dans la phase suivante au vent froid arrivant des soufflantes et se rendant au haut fourneau par les tuyères. On arrive ainsi aisément à élever jusqu'à 800° ou 850° C. la température de l'air insufflé.

Sur la conduite à vent chaud de chaque fourneau est branché un pyromètre Le Chatelier en communication avec un enregistreur; des appareils spéciaux enregistrent également la pression du vent.

Nous n'avons pas à décrire ici les diverses installations auxiliaires des hauts fourneaux, halles de coulée, chantiers de décrassage destinés aux laitiers de coulée, installation de granulation des laitiers, atelier de réparation, etc.

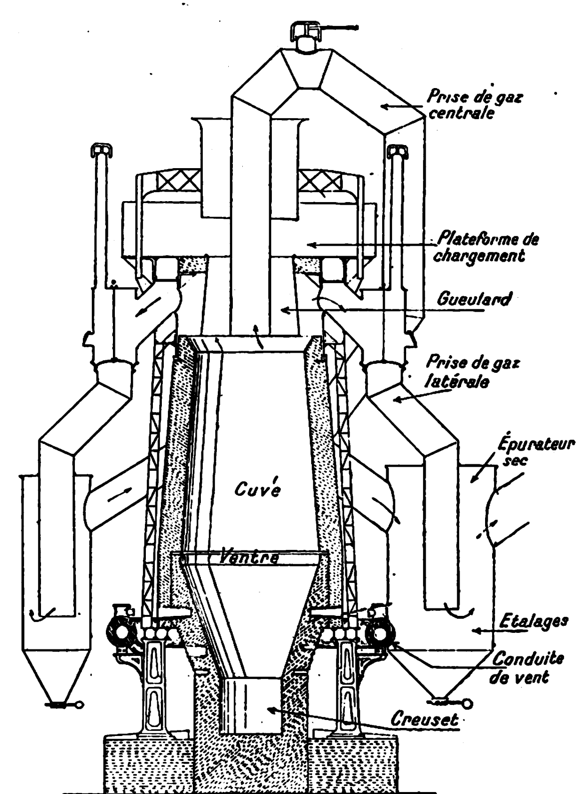


Fig. 4. — Coupe verticale d'un haut fourneau de Dommeldange.

Nous signalerons cependant une intéressante installation destinée au transport du laitier et autres matériaux de l'usine.

TRANSPORTEURS AÉRIENS. — Il s'agit d'une construction métallique établie à 21 m de hauteur et disposée en circuit fermé affectant à peu près la forme d'un tra-

(¹) Il est généralement admis que le gueulard *fermé* constitue un progrès sur le gueulard *ouvert*, mais, selon M. Bian et beaucoup d'autres métallurgistes, il n'y aurait là qu'une simple apparence : le gueulard ouvert serait supérieur aux autres systèmes au point de vue de la consommation de coke par tonne de fonte, du rendement du haut fourneau, de la conduite et de la surveillance. Il est aisé d'établir, au surplus, que les pertes de gaz par gueulard ouvert sont pratiquement nulles.

pèze rectangle d'un développement d'environ 235 m (*fig.* 5). A cette charpente métallique, dont la disposition permet de desservir un très grand nombre de points de l'usine, excepté l'aciérie proprement dite, est suspendu un monorail constitué par un fer double T à larges ailes sur lequel circule une locomotive électrique aérienne. Une caisse en tôle, destinée à recevoir les divers matériaux, est suspendue à la locomotive au moyen d'une chaîne à rouleaux (*fig.* 6).

La locomotive aérienne porte deux moteurs à courant continu 500 volts : le premier, de 12,3 chevaux, sert à la manœuvre de la chaîne à laquelle est suspendue la caisse; le second, de 2,75 chevaux, sert au mouvement de translation de la locomotive et de sa charge sur le rail. La prise de courant se fait par trôlet [1].

Cette installation est surtout destinée à l'évacuation du laitier granulé. On sait que ce dernier s'obtient simplement en précipitant le laitier en fusion dans un courant d'eau. En raison des faibles dépenses qu'entraîne cette opération, dépenses largement compensées d'ailleurs par de plus grandes facilités de manutention, presque toutes les usines sidérurgiques granulent leur laitier; au surplus, le produit obtenu est d'un usage assez répandu en construction où il sert à faire d'excellents ciments. Les trois hauts fourneaux de Dommeldange produisent journellement environ 300 tonnes de laitier dont la plus grande partie est granulée. A cet effet, chaque fourneau possède sa rigole de granulation où viennent se rencontrer le courant d'eau et le courant de laitier : cette rigole vient déverser dans un bassin-filtre de 20 m³ à 25 m³ de capacité, portant à sa partie inférieure un sas mesureur séparé du bassin proprement dit par une glissière en tôle pleine. Dans chaque bassin se trouve un monte-charge guidonné destiné à descendre la caisse que porte la locomotive électrique et servant en même temps de pilier à la voie aérienne.

Le remplissage de la benne est entièrement automatique; dès qu'elle est pleine, le machiniste de la locomotive la remonte et automatiquement le sas mesureur est refermé par un système de leviers et de contrepoids; en même temps, le machiniste met en mouvement, à l'aide d'eau sous pression, le piston d'un cylindre hydraulique qui agit directement sur la glissière placée à la base du bassin. Le temps d'ouverture et de fermeture de cette glissière, inférieur à la durée de la remonte de la benne, suffit pour remplir à nouveau le sas à laitier.

Le moteur électrique de 12,3 chevaux porte un frein qui suspend automatiquement l'action du moteur dès que la benne est arrivée à la fin de sa course, à la remonte ou à la descente. Ce frein est basé sur le principe de la vis de longueur donnée, munie d'arrêts à ses extrémités et sur laquelle se meut un écrou. En un point déterminé de sa course, l'écrou fait tourner l'arrêt qui fait agir le frein. Le moteur électrique, au moyen d'engrenages de réduction de vitesse, agit sur un axe sur lequel est calée une roue à rochets engrenant dans les maillons de la chaîne de Galles. A l'arrière de cette roue se trouve un dispositif spécial où la chaîne vient se loger en se repliant sur elle-même en morceaux de 1 m de longueur. Pour cela, de 2 m en 2 m, la chaîne porte un maillon dont l'axe déborde de 2 cm en dehors des flasques.

Les caisses ou bennes que transporte la locomotive aérienne sont culbutées automatiquement au moyen d'un arrêt placé au-dessus de l'un des deux réservoirs à laitier granulé. Ces deux réservoirs ou accumulateurs à laitier sont en tôle, de forme cylindrique, diamètre 7,25 m, et peuvent emmagasiner la production journalière de trois fourneaux, c'est-à-dire environ 300 tonnes (*fig.* 5).

On a vu que la plupart des manœuvres de cette installation sont automatiques; aussi le personnel est-il réduit à un seul ouvrier.

Le transport du laitier des deux réservoirs au terri ou crassier s'effectue par un transporteur par câbles appelé *chemin de fer aérien* (*fig.* 7). La longueur de la ligne est de 670 m; la différence de niveau entre la station de départ et le point terminus est de 80 m; 34 wagonnets, d'une contenance de 0,350 m³, peuvent transporter 400 tonnes de laitier en 7 heures et demandent une force motrice de 26 chevaux qui est fournie par un moteur électrique triphasé sous 500 volts. La vitesse de translation des wagonnets est de 1,600 m par seconde. Les wagonnets sont culbutés en un point quelconque de la ligne au moyen d'un arrêt fixé à l'endroit voulu. Trois piliers métalliques en treillis, de forme tronc-pyramidale, supportent les câbles de l'aérien qui comprend : 1° un câble porteur de 33 mm de diamètre pour les wagonnets pleins; 2° un câble porteur de 22 mm pour les wagonnets vides; 3° un câble tracteur de 11 mm de diamètre.

L'installation complète pour la granulation et le transport du laitier a été faite par la maison Pohlig, de Cologne.

Ajoutons que la manœuvre des grands wagons dans les différentes voies de l'usine est faite par deux locomotives électriques de l'A. E. G., l'une d'une puissance de 150 chevaux et l'autre de 300 chevaux; ces locomotives ont deux moteurs à courant continu 500 volts avec réglage série parallèle; la prise de courant se fait par archet Siemens. L'effort de traction est respectivement de 2000 kg et 4000 kg; la vitesse moyenne est de 10 km à l'heure.

Un chariot électrique sert en outre au transport des poches de fonte liquide des hauts fourneaux à l'aciérie.

Utilisation du gaz des hauts fourneaux. — Nous avons vu qu'une partie du gaz s'échappant des hauts fourneaux était brûlée dans les appareils Cowper pour le chauffage du vent. Il serait aisé d'établir que la quantité restante représente une richesse réelle dont la récupération s'impose [1].

Dans les usines métallurgiques de construction ancienne, la plus grande partie de ce gaz est utilisée à la production de la vapeur dans les chaudières. Cette vapeur trouve son emploi dans les divers services de l'usine, pour la commande des machines soufflantes, des machines de monte-charges, des génératrices d'éclairage, etc. On peut dire que jusqu'à la fin du siècle dernier ce fut là le seul mode vraiment pratique de récupération des chaleurs perdues.

[1] La figure 6 indique trois fils de prise de courant, mais on remarquera qu'il n'y a que deux galets. Cela s'explique par ce fait que l'installation avait été faite primitivement en courant triphasé.

[1] On compte généralement, par tonne de fonte produite sur 5000 m³ de gaz ayant un pouvoir calorifique de 800 à 1000 calories.



trême limite (1). Si l'on tient compte en outre des avantages qui résultent de la centralisation de la production d'énergie dans de vastes centrales, on jugera de l'évolution rapide qui s'accomplit à l'heure actuelle dans les

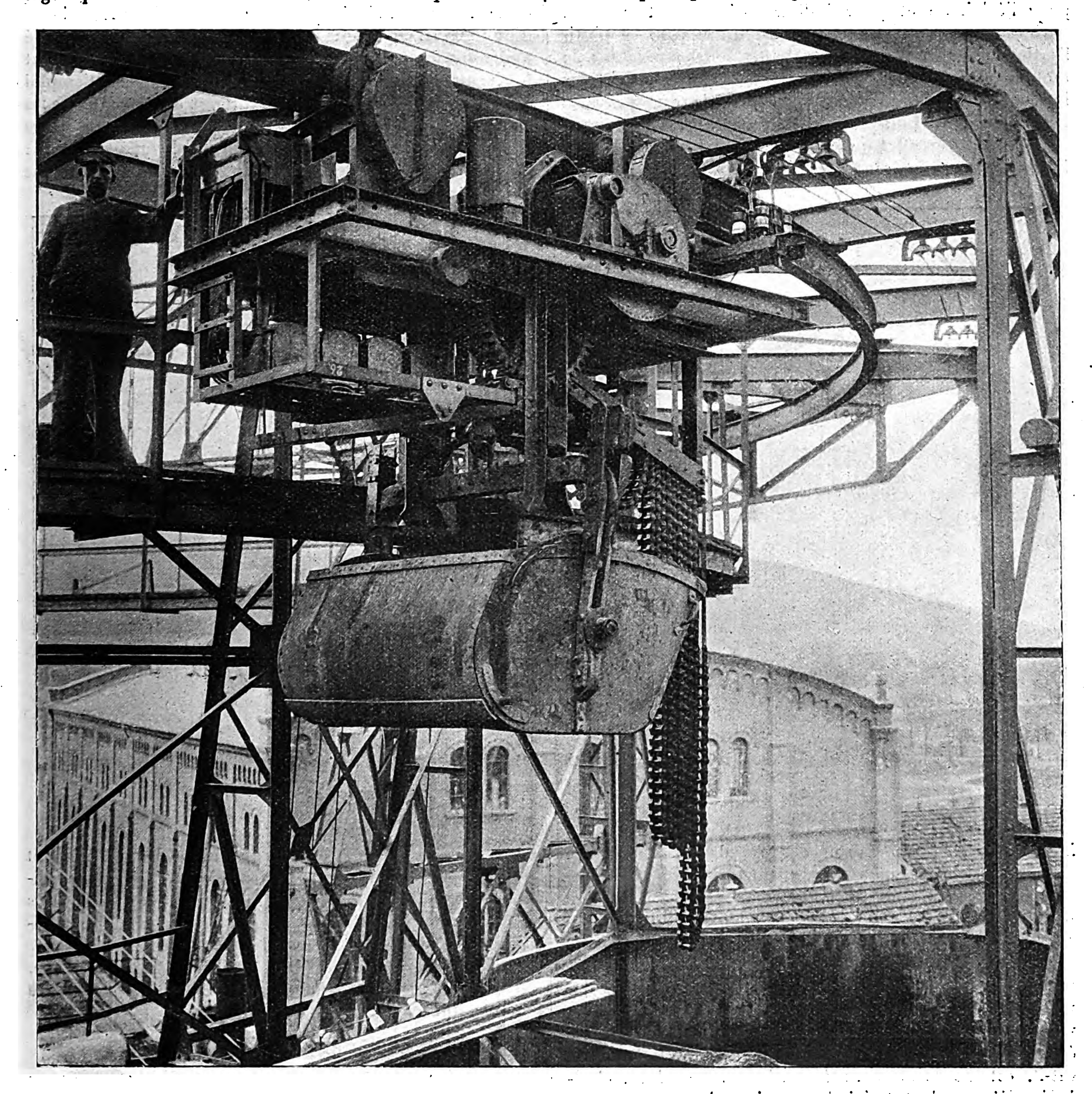


Fig. 6. — Locomotive du transporteur aérien.

méthodes de travail de l'industrie sidérurgique où les applications de l'électricité prennent un développement presque inattendu.

Les usines de Dommeldange offrent un remarquable exemple d'une telle évolution.

Toute l'énergie nécessitée par les différents services de l'usine, transporteurs aériens, appareils de levage, locomotives, fours électriques, machines-outils, etc., est fournie par une station unique à moteurs à gaz. Et, selon une pratique qui devient courante dans les régions d'usines sidérurgiques, le surplus de l'énergie produite est vendu à l'extérieur. Dans le cas actuel, ce surplus, qui s'élève actuellement en moyenne à 2400 kw-h par

(1) Nous avons publié dans le *Bulletin technologique des Arts et Métiers*, avril 1909, l'analyse d'un très intéressant travail présenté à l'Institution anglaise des Ingénieurs-Électriciens, sur l'*Emploi des grands moteurs à gaz pour la production de l'énergie électrique*. On y trouvera des chiffres édifiants.

jour, est fourni à la ville de Luxembourg, sise à 3 km des usines, au taux de 7 centimes le kilowatt-heure et sert pour l'éclairage et pour l'alimentation des tramways.

ÉPURATION DU GAZ DES HAUTS FOURNEAUX. — L'utilisation directe du gaz des hauts fourneaux dans le moteur à combustion interne a dirigé l'attention des industriels sur l'importance considérable que présente l'élimination des poussières contenues dans les gaz.

On conçoit en effet que si cette élimination ne semble, à première vue, présenter qu'un intérêt secondaire dans le cas où le gaz est brûlé dans les appareils à air chaud ou dans des chaudières, elle s'impose par contre impérieusement lorsqu'il s'agit de brûler ces gaz dans le cylindre d'un moteur. On estime à 10 g par mètre cube la quantité moyenne de poussière contenue dans le gaz de haut fourneau et les effets constatés aux débuts de l'emploi des gros moteurs furent à un tel point désastreux que les ingénieurs durent tourner immédiatement tous leurs efforts vers ce problème dont la solution devenait urgente : l'épuration rationnelle des gaz. Au surplus on ne tarda pas

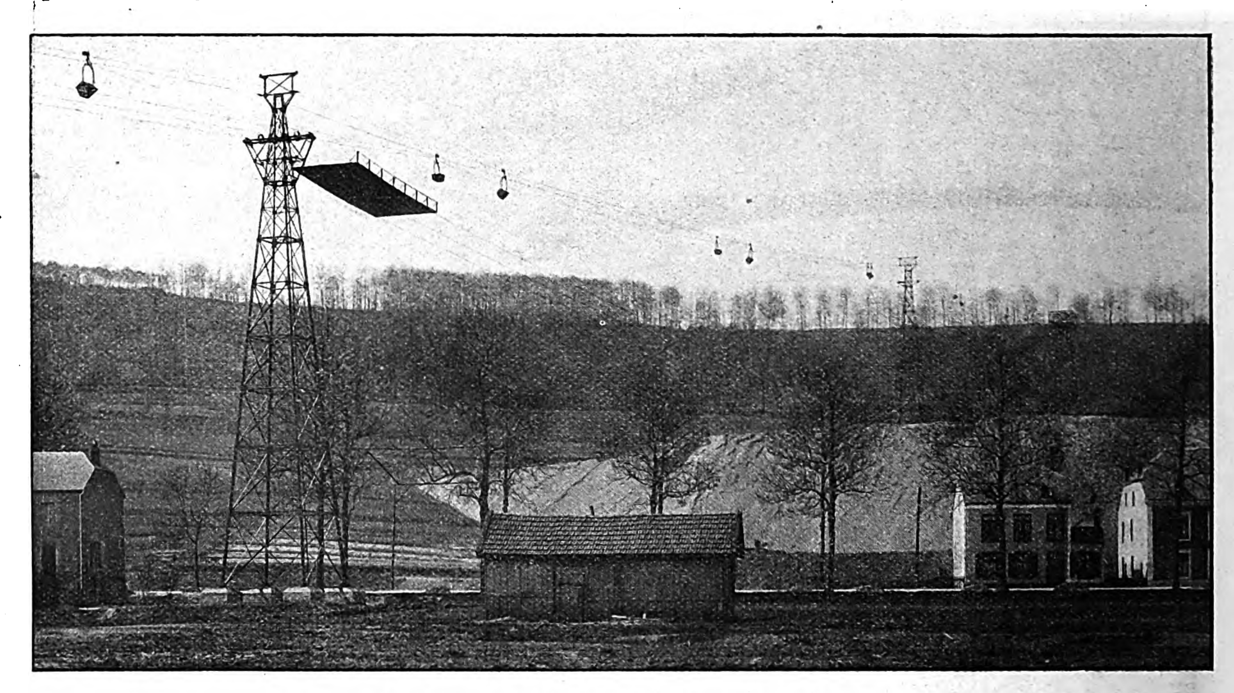


Fig. 7. — Funiculaire pour le transport du laitier.

à reconnaître qu'en raison des grands avantages que présentaient les gaz épurés dans leur emploi au chauffage des appareils Cowper et des chaudières, l'épuration devait s'étendre à la totalité du gaz produit par les fourneaux.

De nombreux systèmes ont été conçus et essayés que nous n'avons pas à examiner ici. M. Bian, directeur des usines de Dommeldange, a contribué largement à ces recherches et a tenté de dégager les principes d'une épuration rationnelle (¹) : « L'idée fondamentale à suivre, dit-il, est de faire deux épurations successives, c'est-à-dire d'épurer la totalité des gaz jusqu'à une teneur en poussière qui ne serait plus nuisible aux cowpers et chaudières, cette limite supérieure étant atteinte pour une teneur de 0,5 g par mètre cube de gaz, et d'épurer ensuite la quantité de gaz destinée aux moteurs depuis 0,5 g jusqu'à une limite maximum de 0,02 g. » Partant des considérations précédentes, M. Bian est parvenu à construire le système épurateur qui porte son nom et qui paraît réaliser de façon excellente l'épuration primaire de la totalité des gaz. Cet épurateur, dont nous donnerons plus loin la description, est basé sur le refroidissement préalable intense des gaz à épurer.

L'installation d'épuration des usines de Dommeldange, en partant des hauts fourneaux, est donc constituée comme suit :

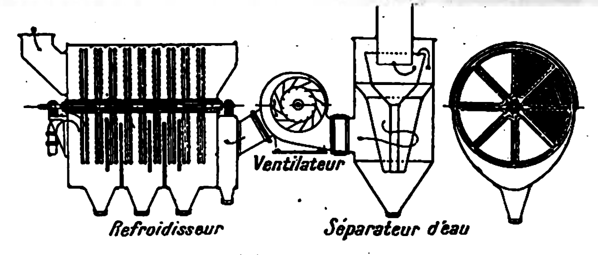


Fig. 8 et 9. — Dispositifs d'épuration primaire des gaz.

Les prises de gaz aboutissent d'abord dans des caisses à poussières ou *épurateurs secs*. Ces épurateurs secs, où le gaz subit à la fois un changement de vitesse et de direction,

(¹) ÉMILE BIAN, *Épuration des gaz de hauts fourneaux*. Notice présentée au Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée, Liége, 1905.

sont de construction simple et de nettoyage facile. Ils sont au nombre de trois, placés en arc de cercle autour du fourneau, entre le fourneau et les cowpers; essentiellement, ils sont constitués par une caisse cylindrique en tôle terminée à la base par un tronc de cône avec clapet de vidange (*fig.* 4).

Les prises de gaz y plongent assez profondément et les gaz remontent dans la partie annulaire. De là, ils se rendent à l'épurateur Bian (*fig.* 8 et 9).

Cet appareil consiste essentiellement en une carcasse métallique à l'intérieur de laquelle tourne lentement un arbre horizontal muni d'une série de disques verticaux de 3,20 m de diamètre en treillis métallique, plongeant jusqu'à leur centre dans de l'eau qui se renouvelle continuellement. Par leur rotation dans l'eau, les disques se recouvrent de petites facettes d'eau très minces. Le gaz entrant dans l'appareil à une température très élevée (80° à 200°C. et davantage) se trouve en contact avec ces milliers de petites facettes qui sont évaporées instantanément. Ce gaz se refroidit et en même temps

Fig. 10. — Vue des installations d'épuration primaire des gaz.

se charge de vapeur d'eau. En continuant sa course dans l'appareil, le gaz se refroidit de plus en plus jusqu'au moment où il ne possède plus assez de chaleur pour évaporer les facettes d'eau; dès ce moment celles-ci jouent le rôle de condenseur. La vapeur d'eau contenue dans le gaz se condense au contact des treillis métalliques froids et recouverts de facettes d'eau froide. En même temps que cette condensation s'opère, la poussière fine et imbibée de vapeur d'eau se précipite et le gaz se trouve parfaitement préparé pour être purifié par la force centrifuge, c'est-à-dire que le gaz est froid et en même temps dépourvu de la plus grande partie de ses impuretés.

Ce gaz ainsi refroidi passe dans un *ventilateur centrifuge* avec injections d'eau, puis dans un *séparateur d'eau* qui débarrasse le gaz épuré des boues précipitées par le ventilateur. Il est important d'ajouter que le gaz est en même temps enrichi en ce sens qu'une partie de CO^2, gaz inerte, se trouve dissous dans l'eau et qu'en outre une grande quantité de vapeur d'eau est éliminée, car on sait que du gaz à 150° peut théoriquement être saturé de 2590 g de vapeur d'eau par mètre cube, tandis que jusqu'à 29° il ne peut en contenir que 29 g (1).

(1) Émile Bian, *loc. cit.*

La force motrice nécessaire pour le fonctionnement de l'appareil est faible et les frais d'entretien insignifiants. La consommation d'eau est également faible : 2 litres par mètre cube de gaz dans le refroidisseur et 1 litre par mètre cube dans le ventilateur; il est possible d'employer de l'eau quelconque, même sale. Enfin le gaz est toujours refroidi, quelle que soit sa température, à une température très voisine de l'eau. On a obtenu des refroidissements de 185° à 30°. La figure 10 donne une vue générale du système d'épuration que nous venons de décrire.

Le degré d'épuration primaire obtenu à Dommeldange avec cet appareil est de l'ordre indiqué précédemment : le gaz passe d'une teneur de 8 g à 10 g de poussières à une teneur de 0,5 g à 0,8 g par mètre cube; soit en moyenne une épuration de 90 pour 100. Il peut être désormais employé dans les chaudières et dans les appareils Cowper.

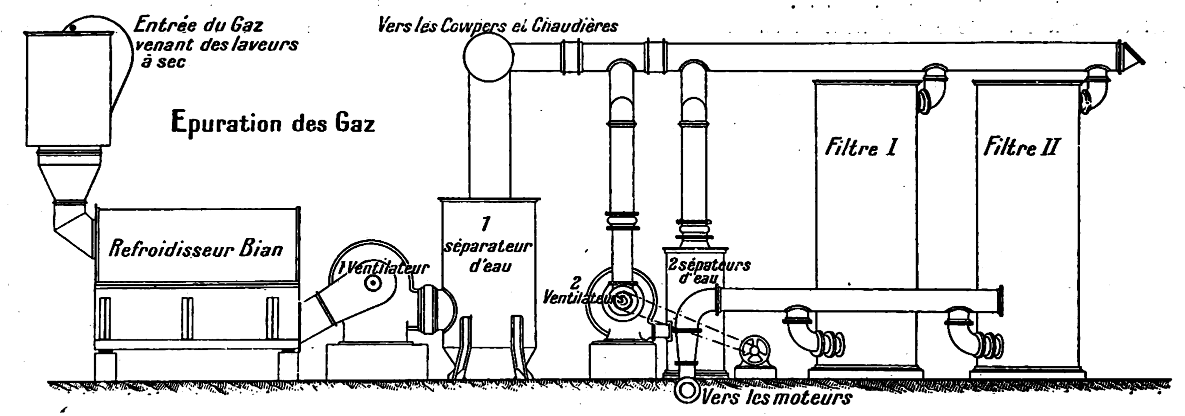


Fig. 11. — Schéma général des installations d'épuration des gaz.

Quant à la partie du gaz nécessaire à la production de la force motrice dans les moteurs à combustion interne, elle doit subir une *épuration secondaire*. Le système préconisé par M. Bian et appliqué à Dommeldange consiste à faire passer les gaz ayant subi l'épuration primaire indiquée précédemment dans un second ventilateur avec injection d'eau, suivi d'un séparateur d'eau et d'une série de filtres à laine de laitier ou à sciure de bois. A la sortie de ces appareils, la teneur en poussière du gaz n'est plus que de 0,015 g à 0,025 g par mètre cube. La figure 11 donne le schéma général de l'installation complète d'épuration que nous venons de décrire.

(*A suivre.*) G. SAUVEAU.

APPAREILS DE LEVAGE.

Grues électriques de Felten et Guilleaume-Lahmeyer-Werke (1)

Après avoir fait ressortir les difficultés que présente la commande des divers organes de translation de ces grues et de leurs chariots porte-bennes par un moteur unique, l'auteur décrit deux équipements électriques de grues fournis par les Établissements Felten et Guilleaume-Lahmeyer.

La première de ces grues est complétée par un transporteur aérien aboutissant à une installation de déchargement pour le charbon et aux trémies de la chaufferie de la station centrale électrique de Charlottenbourg. Elle est portée par un montant fixe et par un montant articulé; sur sa poutre supérieure, de 76 m de portée, circulent, latéralement, les bennes de 3 tonnes du transporteur aérien et, au milieu, une grue à volée pivotante servant à reprendre le charbon dans le parc pour charger ces bennes. Ces dernières sont actionnées par de petits moteurs électriques indépendants. Tous les mouvements de la grue sont commandés par cinq moteurs, dont trois appartiennent à la grue pivotante, tandis que les deux derniers sont fixés chacun à l'un des montants de la grue de parc et servent à la déplacer sur ses rails. Ces derniers sont couplés, de façon à assurer le synchronisme de leurs mouvements.

La seconde grue décrite sert à la manutention du bois consommé la fabrique de cellulose de Waldhof, près Mannheim, et porte deux chariots électriques munis chacun de deux moteurs de levée et de translation, tandis que deux autres moteurs, solidaires de ses deux montants, servent à déplacer l'ensemble de la construction. La longueur totale de la poutre, reposant sur les appuis à pivots des montants de cette grue, est de 140 m, sa portée entre ces montants est de 80 m et sa capacité est de 120 tonnes à l'heure.

L'auteur décrit en détail les commandes électriques des divers moteurs de ces grues et fait ressortir, en terminant, les avantages, au point de vue de la construction des appareils de levage, des moteurs continus à pôles commutateurs.

(1) PODLOCK (*Zeits des Ver. deutsch Ing.*, 1er octobre 1910 et *Génie Civil*, 11 octobre 1910).

TRACTION ET LOCOMOTION.

CHEMINS DE FER.

Détermination graphique de la résistance au mouvement d'un train électrique, des efforts et de la puissance à développer pour sa remorque.

Nous admettrons dans cette étude, comme expression de la résistance au roulement en kilogrammes par tonne *adhérente* ou *remorquée* d'un train, en palier, alignement droit et air calme, la formule américaine du New-York Central Railroad et de la General Electric C° [1], savoir

$$(1) \quad r = \frac{24}{\sqrt{P}} + 0{,}0093\, V + 0{,}0038 \frac{S}{P} V^2 \left(1 + \frac{n-1}{10}\right)$$

dans laquelle :

le premier terme a comme limite inférieure 1,75;
P est le poids total du train en tonnes;
S, la section transversale du train en mètres carrés. Cette section étant limitée inférieurement au plan horizontal de roulement;
V, la vitesse du train en km : h;
n, le nombre total de véhicules du train,

et que nous transformerons de la manière suivante pour en rendre l'application plus commode pour l'objet que nous avons en vue.

Le dernier terme développé de l'équation (1) s'écrit

$$(2) \quad 0{,}0038 \frac{S}{P} V^2 + \frac{0{,}0038}{10} \frac{S}{\frac{P}{n}} V^2 - \frac{0{,}0038}{10} \frac{S}{P} V^2.$$

Dans cette expression et pour les vitesses les plus grandes de la pratique, le terme soustractif est toujours faible. Par exemple, pour un train de 10 voitures de 38 tonnes chacune et une vitesse de 100 km : h, on trouve 0,1 en prenant $S = 10$. Nous le négligerons. Cela conduira à une valeur un peu plus grande pour r et n'a pas d'inconvénient.

Quant au rapport $\frac{S}{\frac{P}{n}}$ dont le dénominateur représente le poids moyen d'un véhicule du train, il varie assez peu dans les conditions ordinaires et ses variations ont assez peu d'influence sur le résultat. Nous lui attribuerons une valeur moyenne constante. Pour un véhicule de poids 20, 30, 40, 50 et 60 tonnes on peut prendre en moyenne $S = 9$ m², 10 m², 11 m², 12 m² et 12 m². Nous prendrons

$$\frac{S}{\frac{P}{n}} = \frac{10{,}5}{40} = \frac{1}{3{,}8}.$$

Dans ces conditions le second terme de la somme (2) se réduit à $0{,}0001\, V^2$.

Enfin quant au premier terme de cette même somme, il devient, en y faisant $S = 10{,}5$,

$$\frac{0{,}04}{P} V^2,$$

de sorte que finalement l'expression (1) se réduit à

$$(3) \quad r = \frac{24}{\sqrt{P}} + 0{,}0093\, V + \left(\frac{0{,}04}{P} + 0{,}0001\right) V^2.$$

Comme justification de ce qui précède, on constate, si l'on construit des courbes de résistance au mouvement d'après cette équation et celles correspondantes d'après l'équation (1), que celles-là ne diffèrent de celles-ci que par des quantités négligeables qui sont de l'ordre de grandeur des erreurs de graphique.

C'est l'équation (3) que nous utiliserons dans ce qui suit, et que, en passant, nous proposerions comme formule générale pour la résistance au mouvement d'un train quelconque à voie normale.

Cela posé, soient :

P_a le poids adhérent en tonnes de la locomotive;
$P_1 = P - P_a$ le poids total remorqué, y compris le poids non adhérent de la locomotive;
T l'effort moteur total en kilogrammes aux jantes des roues motrices;
i la rampe totale équivalente en millimètres (rampe ou pente réelle et rampe équivalente à une courbe); i sera positif pour une rampe et négatif pour une pente;
$A = \frac{1}{3{,}6} \frac{dv}{dt}$ l'accélération en m : s²
μ le coefficient d'adhérence moyen sur la voie;
P' le poids fictif d'inertie du train que nous admettrons égal à 1,10 P environ.

En observant que l'effort accélérateur total en kilogrammes, correspondant à une accélération A et à un poids fictif d'inertie $P' = 1{,}10\, P$, est

$$\frac{1000}{9{,}81} P'A = 112\, PA,$$

nous pouvons écrire immédiatement

$$(4) \quad T = P(r + i + 112\, A),$$

r étant défini par l'équation (3).

On a d'ailleurs à la limite

$$(5) \quad T = 1000\, P_a\, \mu.$$

Des équations (3), (4) et (5) on déduit, en tenant compte

[1] Voir *La Revue électrique* du 15 septembre 1909 : *Étude du mouvement d'un train.*

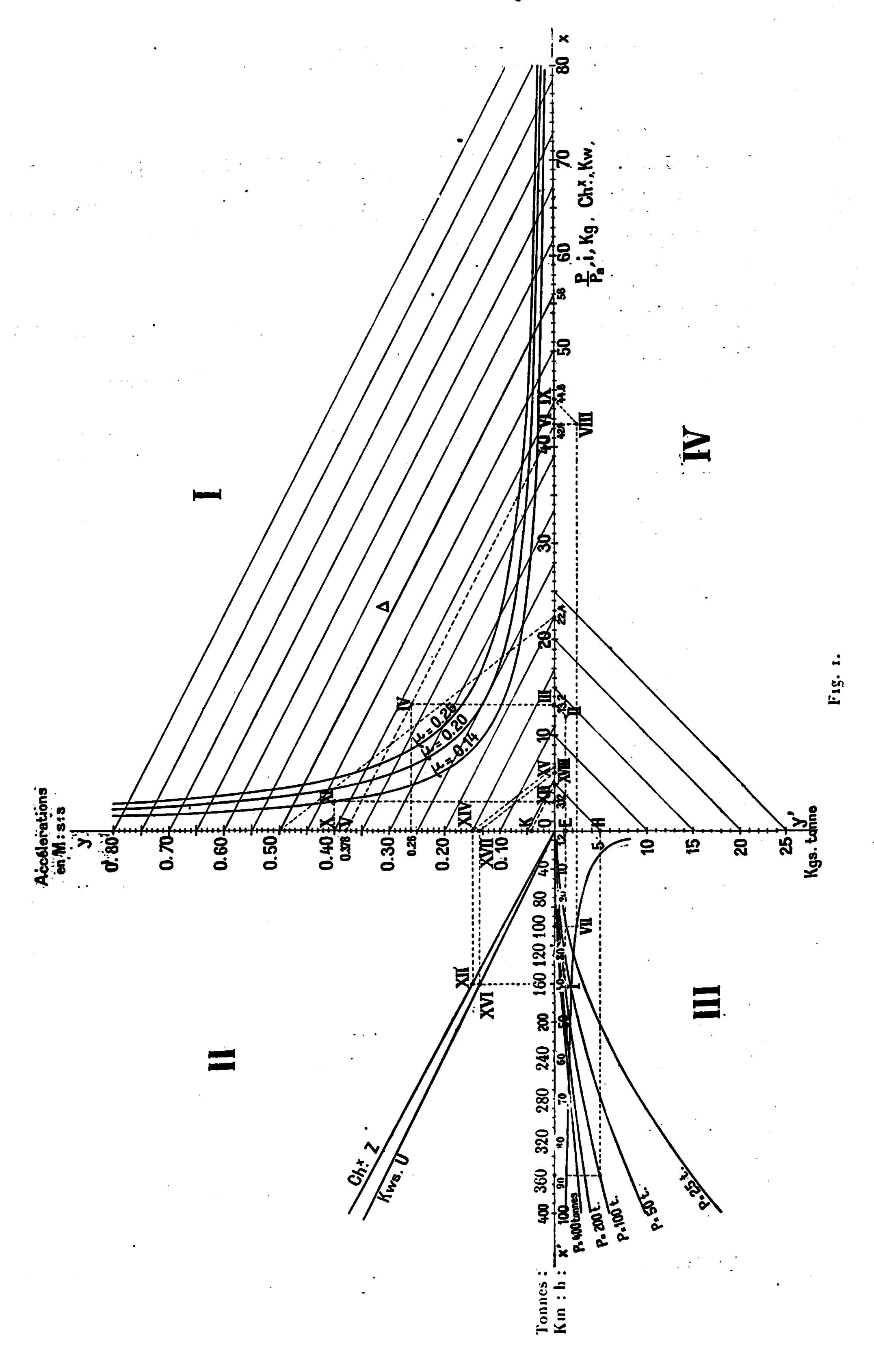


Fig. 1.

de ce que $P = P_a + P_1$,

(6) $$\frac{P}{P_a} = \frac{1000\mu}{\frac{24}{\sqrt{P}} + 0{,}0093\,V + \left(\frac{0{,}04}{P} + 0{,}0001\right)V^2 + i + 112A}$$

et

(7) $$\frac{P_1}{P_a} = \frac{P}{P_a} - 1.$$

Les équations (6) et (7) sont vraies à la limite. C'est dans ces conditions que nous nous plaçons.

Il est toujours possible de déterminer une accélération fictive totale A_k telle qu'on ait

$$\frac{24}{\sqrt{P}} + 0{,}0093\,V + \left(\frac{0{,}04}{P} + 0{,}0001\right)V^2 + i + 112A = 112A_k;$$

A_k étant supposé déterminé, l'équation (6) s'écrit

(6′) $$\frac{P}{P_a} = \frac{1000\mu}{112A_k}.$$

En portant les diverses valeurs de $\frac{P}{P_a}$ en abscisses et celles de A_k en ordonnées dans un système d'axes rectangulaires Ox, Oy (*fig.* 1), l'équation (6′), pour chaque valeur attribuée à μ, représente une hyperbole rapportée à ses asymptotes. A_k étant connu, nous prenons, sur Oy, OX $= A_k$, soit 0,40, et nous menons par ce point X la parallèle à Ox. Cette droite rencontre l'hyperbole définie par $\mu = 0{,}14$ par exemple, au point XI dont l'abscisse représente à l'échelle des abscisses la valeur du rapport $\frac{P}{P_a}$, soit ici 3,12. On a ensuite, d'après (7),

$$\frac{P_1}{P_a} = 3{,}12 - 1 = 2{,}12.$$

C'est l'équation (6) que nous nous proposons d'étudier graphiquement en vue de déterminer la quantité A_k et arriver finalement à la prédétermination de la puissance des moteurs.

Nous allons d'abord examiner les cas particuliers simples suivants :

Influence d'une rampe i_0 seule. — Nous allons remplacer cette rampe par une accélération équivalente en palier A_0. On doit évidemment avoir

$$112A_0 = i_0, \qquad \text{d'où} \qquad A_0 = \frac{i_0}{112},$$

et par suite l'accélération en palier A_1, équivalente à une accélération A sur une rampe i, sera telle que

$$A_1 = \frac{i}{112} + A.$$

Portons alors les valeurs de i en abscisses et celles de A en ordonnées et joignons le point d'abscisse 112 au point d'ordonnée 1, ou, pour rester dans les limites de l'épure, le point d'abscisse 56 au point d'ordonnée 0,5. Toute parallèle à cette direction Δ, menée par un point d'abscisse i_0 détermine sur Oy une accélération A_0 équivalente à la rampe i_0, et *réciproquement* d'ailleurs. Nous appellerons une telle parallèle une *droite d'accélération et de rampe équivalentes*. Enfin on obtient l'accélération en palier A_1 équivalente à une accélération A sur une rampe i en prenant le point IV de coordonnées i et A, soient

$$i = 13{,}2, \qquad A = 0{,}26,$$

et menant par ce point une parallèle à la direction Δ; cette droite coupe Oy en V et l'on a

$$\text{OV} = A_1 = 0{,}378 \text{ m : s}^2.$$

Influence de la résistance de l'air seule. — Nous allons encore chercher une accélération équivalente.

L'équation

$$y = 0{,}0093\,V + \left(\frac{0{,}04}{P} + 0{,}0001\right)V^2$$

représente pour chaque valeur de P une parabole dont les ordonnées sont des kilogrammes par tonne et les abscisses des kilomètres-heure.

Nous avons construit dans le quadrant (III) diverses paraboles correspondant à diverses valeurs de P. Ces paraboles, eu égard à ce qui précède, permettent de déterminer rapidement pour un train donné, soit de 100 tonnes, la rampe ou l'accélération en palier, par exemple, ayant au point de vue de la résistance au mouvement de ce train la même influence que l'air pour une vitesse constante V en palier, soit $V = 90$ km : h. En effet, d'une part, pour $V = 90$, la parabole P = 100 donne le point H d'ordonnée 5. La rampe équivalente est évidemment 5 mm. Puis du point 5 sur Ox, on mène la parallèle à Δ,

$$\text{O}k = 0{,}044 \text{ m : s}^2$$

est l'accélération cherchée en palier, équivalente à l'effet de l'air sur le train considéré pour une vitesse de 90 km : h en palier.

Supposons qu'on veuille ajouter l'effet d'une rampe i, soit $i = 12$, à celui d'une vitesse, soit $V = 40$ pour un train de poids P, soit $P = 100$ tonnes; il suffira évidemment de déterminer le point II d'abscisse 12 et d'ordonnée OE = 1,2 et de mener II-III parallèle à la direction obtenue (ici 45°) en joignant les points représentés par les mêmes nombres sur les axes Ox, Oy, $\overline{\text{O-III}}$ est la rampe fictive équivalente à l'ensemble : rampe réelle $i = 12$ et résistance offerte par l'air à la vitesse constante $V = 40$ km : h en palier et pour le train considéré. On en déduit comme précédemment la valeur de l'accélération équivalente correspondante.

Les diverses questions de ce genre qui peuvent se résoudre ainsi graphiquement sont en somme des cas particuliers du problème général qui se traduit par l'équation

(8) $$0{,}0093\,V + \left(\frac{0{,}04}{P} + 0{,}0001\right)V^2 + i + 112A = 0{,}0093\,V_1 + \left(\frac{0{,}04}{P} + 0{,}0001\right)V_1^2 + i_1 + 112A_1,$$



dans laquelle une ou plusieurs des quantités V, i, A, V_1, i_1, A_1, peut être nulle ou peuvent être nulles simultanément. Ainsi pour les deux cas traités plus haut avec $V = 90$, $P = 100$, on a $i = A = V_1 = 0$ et $A_1 = 0$ ou $i_1 = 0$ respectivement. La détermination de l'accélération fictive totale A_k n'en est également qu'un cas particulier.

CAS GÉNÉRAL. — *Détermination de la résistance totale au roulement par tonne de train et des rapports* $\frac{P}{P_a}$ *et* $\frac{P_1}{P_a}$. — Il s'agit d'abord de déterminer la valeur du coefficient de P dans le second membre de l'équation (4) en combinant les cas particuliers étudiés ci-dessus, puis de résoudre les équations (6) et (7).

Soit $\mu = 0{,}14$ et un train de 100 tonnes démarrant et accélérant sur une rampe de 12 mm avec une accélération moyenne de 0,26 m : s² constante jusqu'à la vitesse de 40 km : h. En combinant les résultats précédents on obtient successivement les points I, II, III, IV, V. L'accélération fictive $\overline{OV} = 0{,}378$ m : s² est équivalente à l'ensemble : résistance de l'air, rampe et accélération données. La droite d'accélération et de rampe équivalentes de ce point V coupe l'axe des X au point d'abscisse 42,4. En ajoutant à ce nombre la quantité $\frac{24}{\sqrt{P}}$ *constante pour un train donné*, soit ici 2,4, on obtient la résistance totale au roulement en kilogrammes par tonne de train, soit 44,8. On peut obtenir graphiquement le résultat de cette manière. Considérons l'équation $y = \frac{24}{\sqrt{P}}$, elle représente une courbe hyperbolique du troisième degré, symétrique par rapport à l'axe des X et dont nous avons construit une moitié seulement dans le quadrant (III). Prenons alors sur cette courbe le point VII d'abscisse $P = 100$, il suffit de projeter son ordonnée en $\overline{\text{VI-VIII}}$ sur l'ordonnée indéfinie du point VI et de rabattre le segment obtenu en VI-IX. L'abscisse

$$\overline{\text{O} - \text{IX}} = 44{,}8$$

représente, à l'échelle des abscisses, le résultat cherché.

Pour obtenir la valeur du rapport $\frac{P}{P_a}$ nous menons par le point 44,8 la droite d'accélération équivalente. Elle coupe Oy au point X, dont l'ordonnée $\overline{\text{OX}} = 0{,}40$ est précisément la valeur particulière de l'accélération fictive totale A_k de l'équation (6′) dans le cas actuel. Du point X on déduit sur l'hyperbole $\mu = 0{,}14$ le point XI dont l'abscisse est

$$\text{O} - \text{XII} = \frac{P}{P_a} = 3{,}12,$$

on déduit

$$\frac{P_1}{P_a} = \frac{P}{P_a} - 1 = 2{,}12.$$

Poids adhérent de la locomotive. Effort T à développer aux jantes des roues motrices. Effort E disponible au crochet de la locomotive. — Nous supposerons une locomotive dont tous les essieux soient moteurs. Le poids P_a est alors aussi le poids de la locomotive. Nous avons

$$\frac{P}{P_a} = 3{,}12,$$

d'où, comme $P = 100$, $P_a = 32$ tonnes environ; nous avons aussi

$$T = Pr = 100 \times 44{,}8 = 4480, \text{ soit } 4500 \text{ kg}.$$

Pour déterminer E en utilisant les résultats de l'épure, nous remarquons que

$$E = \frac{P_1}{P} T.$$

En effet

$$E = (P - P_a) r = P_1 r \text{ et } r = \frac{T}{P}.$$

On a donc

$$E = \frac{P_1}{P} \cdot T = \frac{P_1}{P_a} \frac{P_a}{P} T = \frac{2{,}12}{3{,}12} \times 4500$$
$$= 3060, \text{ soit } 3100 \text{ kg}.$$

Puissance des moteurs. — Cette puissance rapportée à la tonne de train, pour une vitesse constante V et un effort aux jantes de r kg par tonne, est $\frac{rV}{3{,}6 \times 75}$, d'où la construction.

Traçons la droite OZ, $y = \frac{V}{3{,}6 \times 75}$ dans le quadrant (II), rappelons sur cette droite le point d'abscisse $V = 40$ en XIII que nous projetons en XIV sur Oy. Enfin menons de ce point une parallèle XIV-XV à la droite I-IX, ou plutôt à la droite 0,5 — 22,4 pour rester dans les limites de l'épure, jusqu'à son intersection en XV avec OX. La longueur $\overline{\text{O} - \text{XV}}$ représente à l'échelle des abscisses la puissance cherchée des moteurs en chevaux par tonne de train, savoir 6,6. Nous avons en effet

$$\frac{\overline{\text{O} - \text{XIV}}}{\overline{0 - 0{,}5}} = \frac{\overline{\text{O} - \text{XV}}}{\overline{0 - 22{,}4}}$$

ou

$$\frac{\frac{V}{3{,}6 \times 75}}{\frac{1}{2}} = \frac{\overline{\text{O} - \text{XV}}}{\frac{r}{2}},$$

d'où

$$\overline{\text{O} - \text{XV}} = \frac{rV}{3{,}6 \times 75} = \frac{44{,}8 \times 40}{3{,}6 \times 75} = 6{,}6;$$

d'où alors la puissance totale en chevaux des moteurs

$$100 \times 6{,}6 = 660 \text{ chevaux}.$$

Puissance consommée en kilowatts aux moteurs. — La puissance en kilowatts aux bornes des moteurs par tonne de train est égale à la puissance correspondante en chevaux multipliée par $\frac{0{,}736}{\rho}$, ρ étant le rendement des moteurs et de leurs engrenages, rendement que nous supposerons constant et égale à 0,80. Nous construisons alors la droite OU :

$$y = \frac{V}{3{,}6 \times 75} \times \frac{0{,}736}{0{,}80},$$

de laquelle nous déduisons d'une façon analogue au calcul

ci-dessus la puissance cherchée. Elle est représentée à l'échelle des abscisses par le segment $\overline{O - XVIII}$, soit 6,1, d'où alors la puissance totale aux bornes des moteurs

$$100 \times 6,1 = 610 \text{ kilowatts.}$$

Si l'on a la courbe de rendement des moteurs, on peut tenir compte des variations de ce rendement suivant le régime et construire alors, au lieu de la droite OU, la courbe correspondante.

Remarque. — Nous avons établi les résultats précédents en utilisant la formule (1) de la résistance au mouvement qui suppose *un air calme*. Pour tenir compte d'un vent moyen il est bon d'ajouter à la valeur trouvée pour r et comme sécurité, une résistance constante de 1,5 kg par tonne de train. On a, dans ce cas, $r' = 46,3$ (au lieu de $r = 44,8$). On déduit facilement les nouvelles valeurs de T, E et les puissances correspondantes en chevaux et en kilowatts.

Application aux cas où la vitesse des trains reste faible (*fig.* 2). — Dans ces cas (tramways, service de chantier ou de mine) l'épure précédente se simplifie

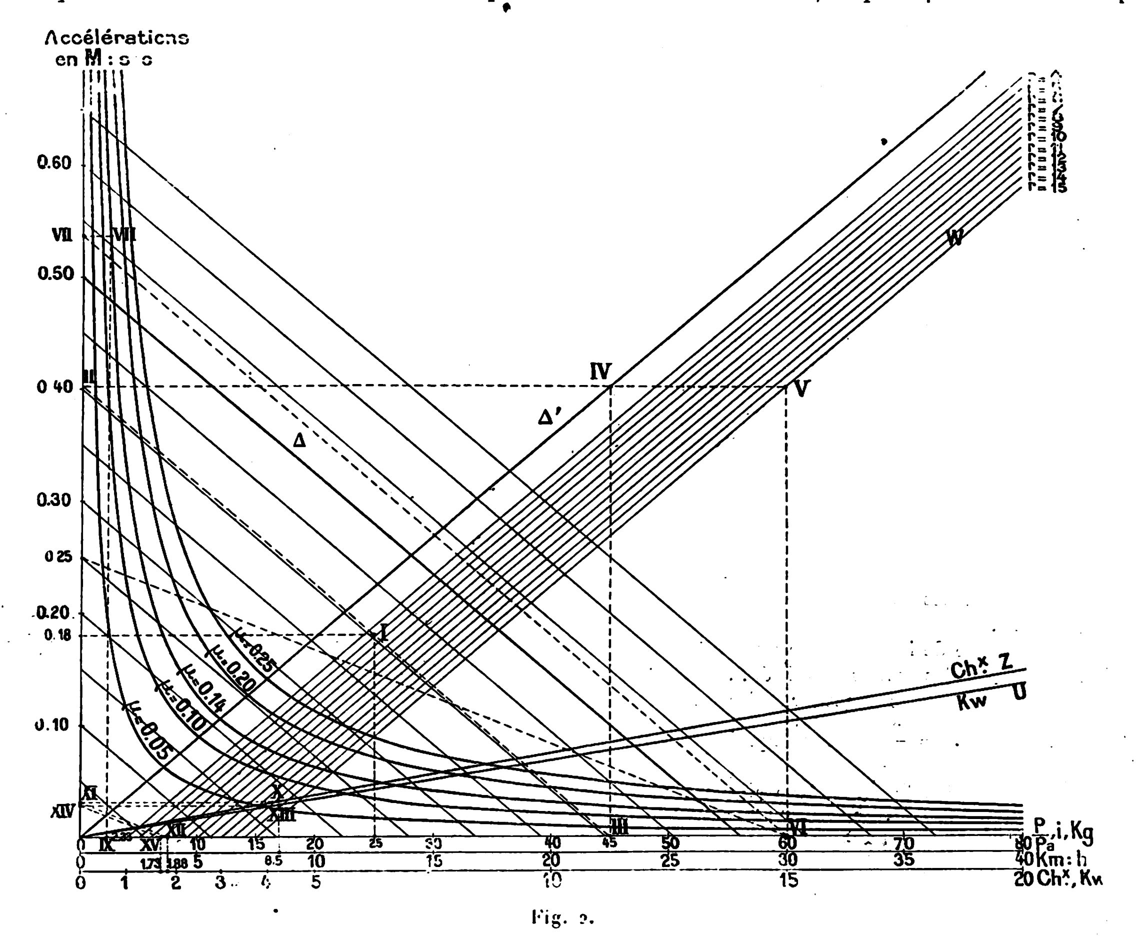


Fig. 2.

notablement, dû à ce fait qu'on attribue généralement à a résistance totale au roulement d'un train par tonne, en palier et alignement droit, une valeur constante.

Pour une ligne de tramways à voie normale, on peut admettre les valeurs suivantes en palier et alignement droit :

Voie avec rails Vignole......	4 à 6	kg : t
» à gradin.....	6 à 8	»
» Marsillon....	7 à 9	»
» Broca........	9 à 11	»

On adopte souvent dans un avant-projet des coefficients moyens pratiques qui englobent toutes les résistances, sauf l'accélération proprement dite et qui supposent que l'effet des courbes équivaut à une certaine résistance additionnelle supposée appliquée tout le long du parcours. Ces coefficients sont les suivants (d'après A. Blondel et P. Dubois) :

Voie avec rails Vignole.....	7 à 9	kg : t
» à gradin....	8 à 10	»
» Marsillon...	10 à 12	»
» Broca.......	12 à 14	»

et sont applicables à des voies établies sur un sol peu accidenté avec des courbures modérées et un matériel à essieux rigides.



Pour une ligne à voie étroite desservant un chantier, les divers bâtiments d'une usine, etc., il est bon de compter sur un coefficient moyen de traction en palier et alignement droit de 10 à 12 kg : t et pour une galerie de mine de 12 à 15 kg : t.

Le coefficient d'adhérence μ dans l'un quelconque des cas précédents varie entre des limites très étendues, l'état de la voie étant lui-même très variable. Il est prudent de compter en marche normale seulement sur un coefficient moyen d'adhérence compris entre 0,05 et 0,10, les rails pour de telles voies étant rarement propres et secs, surtout dans une galerie de mine, et en outre plus ou moins bien posés. Si la voie est en bon état on peut admettre $\mu = 0,14$, valeur moyenne admise sur les chemins de fer. En sablant, on atteint toujours facilement cette valeur 0,14, et même normalement 0,20, avec 0,25 comme valeur maxima.

Les équations (6) et (7) de l'étude précédente deviennent alors respectivement

$$\frac{P}{P_a} = \frac{1000\mu}{r + i + 112A}, \quad (6 \textit{bis})$$

r et μ ayant les valeurs indiquées ci-dessus, et

$$\frac{P_1}{P_a} = \frac{P}{P_a} - 1. \quad (7 \textit{bis})$$

Les courbes à construire se réduisent aux hyperboles définies par l'équation

$$x = \frac{1000\mu}{112 A_k},$$

x et A_k étant les coordonnées courantes. Nous avons construit les hyperboles correspondant à $\mu = 0,05$, 0,10, 0,14, 0,20 et 0,25.

Pour tenir compte de la résistance au roulement, nous pourrions construire des droites $y = 4, 5, \ldots, 15$, parallèles à l'axe des x pour tenir lieu des paraboles du cas précédent, et de la courbe $y = \frac{24}{\sqrt{P}}$. Nous emploierons toutefois une construction un peu différente, qui nous semble mieux appropriée au cas actuel, et que nous allons exposer en traitant l'exemple suivant :

Soit le cas d'un train de 40 tonnes ($P = 40$) circulant, dans une galerie souterraine de mine, démarrant et accélérant sur une rampe de 25 mm, la valeur moyenne de l'accélération étant de 18 m : s², jusqu'à la vitesse de 8,5 km : h. Nous admettrons $r = 15$ et $\mu = 0,14$, réalisé en sablant s'il est nécessaire. Cela posé nous prenons le point I, de coordonnées 25 et 0,18. Par ce point nous menons une parallèle II-III, à la direction Δ définie comme dans le cas précédent. L'abscisse de III est 45. En ajoutant 15 à cette abscisse nous obtiendrons la valeur de la résistance au roulement par tonne, soit $45 + 15 = 60$. Or, considérons la direction Δ' symétrique de Δ par rapport à la direction OX, et par le point d'abscisse 15, menons une parallèle W à cette direction Δ'. La parallèle à OX menée par le point II, rencontre W au point V dont l'abscisse $\overline{\text{O — VI}}$, représente visiblement et à l'échelle des abscisses la résistance cherchée, soit 60 kg par tonne. (Nous avons également mené par les points d'abscisses 4, 5, ..., 14 les parallèles à la direction Δ' pour correspondre au cas où l'on attribuerait à r l'une des valeurs 4, 5, ..., 14.) Comme précédemment, nous menons par le point VI (60) la droite d'accélération et de rampe équivalentes, d'où le point VII sur Oy, puis VIII sur l'hyperbole $\mu = 0,14$, enfin IX sur OX dont l'abscisse représente à l'échelle la valeur du rapport $\frac{P}{P_a}$, soit 2,33.

En supposant une locomotive dont tous les essieux soient moteurs, P_a est son poids propre et l'on a

$$P_a = \frac{40}{2,33} = 17 \text{ tonnes},$$

puis

$$\frac{P_1}{P_a} = \frac{P}{P_a} - 1 = 1,33.$$

L'effort total développé aux jantes des roues motrices est $T = Pr = 40 \times 60 = 2400$ kg et l'effort disponible au crochet

$$E = \frac{1,33}{2,33} \times 2400 = 1370 \text{ kg}.$$

Les droites OZ et OU servant à déterminer les puissances en chevaux et en kilowatts des moteurs par tonne de train, sont les mêmes que précédemment. Ces puissances sont respectivement $\overline{\text{O — XII}} = 1,88$ cheval, et $\overline{\text{O — XV}} = 1,73$ kilowatt, d'où les puissances totales totales correspondantes $1,88 \times 40 = 75,2$ chevaux et $1,73 \times 40 = 69,2$ kilowatts. Pour cette détermination des puissances, et afin de rendre l'épure plus lisible, nous avons mené les droites XI-XII et XIV-XV parallèles à la direction obtenue en joignant le point d'ordonnée 0,25 à celui d'abscisse 60, et afin de lire directement les résultats cherchés en chevaux et en kilowatts sur l'axe des abscisses, nous avons modifié en conséquence l'échelle de celles-ci.

René MARTIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Considérations sur quelques nouvelles questions relatives à l'électrification des grandes lignes de chemins de fer [1].

UNIFICATION DES TYPES : FRÉQUENCE, VOLTAGE, CHAUFFAGE DES TRAINS. — Avec l'extension de l'électrification des lignes de chemins de fer, il paraît de la plus haute importance de chercher à unifier les éléments servant de base aux divers systèmes applicables.

En ce qui concerne la fréquence, il est évident qu'on a une tendance générale à adopter un nombre de périodes aussi réduit que possible, compris entre $13\frac{1}{3}$ et $16\frac{2}{3}$, chiffres auxquels se sont arrêtés quelques compagnies de chemins de fer.

Avec une basse fréquence, tous les effets d'induction diminuent; mais si, dans certaines parties de l'équipement électrique, l'induction est nuisible, dans d'autres, au contraire, elle est utile, de sorte que les avantages et les

---

[1] Le début de cet article a paru dans le précédent numéro, p. 344.

inconvénients de la réduction du nombre de périodes sont intimement liés. Les courants de court-circuit, engendrés dans les bobines court-circuitées du rotor, par la force électromotrice de transformation, sont plus faibles et par conséquent plus faciles à annuler avec du courant à basse fréquence, de sorte que les balais et les collecteurs sont moins fatigués; on parvient encore à construire des gros moteurs, alimentés par du courant à 15 périodes, n'ayant pas de résistances entre les enroulements de l'induit et le collecteur, et il en résulte une plus grande sécurité de fonctionnement, car il est toujours à craindre que le moteur, pourvu de telles résistances, ne vienne à brûler quand il tarde à tourner durant la période qui suit la mise en circuit et précède le mouvement de rotation. Les avantages du courant à basse fréquence sont particulièrement importants pour les moteurs série et, dans une certaine mesure aussi, pour les moteurs des autres systèmes tels que les moteurs à induit en court-circuit, les moteurs à excitation de champ d'induit et les moteurs répulsion.

Avec 15 périodes les effets nuisibles de l'induction sont encore réduits dans les canalisations, dans les lignes de transport de force, les lignes d'alimentation et de contact, et surtout dans les rails de retour de courant.

Par contre, la réduction du nombre des périodes diminue l'action utile de l'induction sur les génératrices des centrales, les transformateurs et les régulateurs d'induction des centrales, des sous-stations et des véhicules.

Le prix d'établissement des transformateurs à 15 périodes est plus élevé de 25 à 30 pour 100 que celui des transformateurs à 25 périodes.

Le prix des génératrices, au contraire, n'est pas plus élevé, sauf dans certains cas particuliers, tels que celui des turbo-alternateurs très puissants auxquels on est obligé de donner un nombre minimum de pôles; par exemple, un turbo-alternateur de 4000 kva devra être établi avec au moins 4 pôles; en admettant que ce nombre de pôles soit un minimum, un turbo-alternateur alimenté avec du courant à 25 périodes tournera plus vite que celui alimenté avec du courant à 15 périodes, les vitesses seront dans le rapport de 5 à 3 et, pour une même puissance, il sera plus léger et moins coûteux.

Ce désavantage résultant de la basse fréquence n'existe pas pour tous les générateurs et particulièrement pour les turbines à eau, ni pour les turboalternateurs de puissance moyenne, car ces derniers peuvent être construits avec 2 pôles, aussi bien pour le courant à 15 périodes que pour le courant à 25 périodes; cependant la vitesse de 1500 t : m exigée pour certains turbo-alternateurs à 2 pôles serait un peu élevée pour donner toute sécurité à l'alimentation d'une ligne de chemin de fer.

En ce qui concerne les puissances moyennes, il conviendrait de comparer la génératrice à 2 pôles alimentée avec du courant à 15 périodes et tournant à 900 t : m avec la génératrice à 4 pôles et 25 périodes tournant à 750 tours; la différence de prix n'est pas très importante quoique un peu à l'avantage de la génératrice à 15 périodes.

Pour l'électrification des grandes lignes il serait désirable d'avoir du courant partout à la même fréquence afin qu'aux gares de jonction de deux réseaux les locomotives puissent être alimentées par les deux lignes d'alimentation. En service normal il n'est évidemment pas absolument indispensable que les locomotives d'un réseau remorquent les trains sur l'autre réseau, mais il est cependant nécessaire qu'elles puissent être alimentées avec l'un ou l'autre courant.

Des considérations analogues plaident en faveur de l'uniformité de tension du courant qui, autant que possible, devrait être la même entre deux réseaux voisins. Aujourd'hui on estime que la tension la plus convenable est comprise entre 10 000 et 15 000 volts; il est évidemment possible d'effectuer la manœuvre des trains dans les gares limitrophes avec du courant présentant quelque différence comme nombre de périodes et comme voltage; on peut par exemple alimenter une locomotive construite pour du courant à 10 000 volts et $16\frac{2}{3}$ périodes avec du courant à 11 000 volts et $13\frac{1}{3}$ périodes, mais il paraît difficile de placer une locomotive portant un transformateur de 10 000 volts sous une canalisation aérienne de courant à 15 000 volts sans recourir à des appareils auxiliaires compliqués; il serait donc désirable, avant de procéder à l'électrification des grandes lignes, d'admettre l'uniformité du courant.

Chauffage des trains. — En ce qui concerne le chauffage des trains il y aurait aussi de grands avantages à ce que toutes les compagnies acceptent le même système.

Généralement, quand une compagnie électrifie une ligne, elle exige le maintien du chauffage à vapeur sur toutes les voitures, sous prétexte que, pour satisfaire aux exigences de l'exploitation, les voitures circulant sur les autres lignes sont appelées parfois à rouler sur les lignes électrifiées. Dans un projet d'électrification, cette condition donne lieu à beaucoup de difficultés.

Si l'on ne veut pas atteler au train un wagon spécial portant tous les appareils nécessaires à la production du chauffage ainsi qu'un homme affecté spécialement à leur conduite et à leur surveillance, on est obligé d'installer sur la locomotive électrique une chaudière à vapeur avec ses réservoirs d'eau; ces appareils augmentent non seulement le poids de la machine mais modifient encore la symétrie de sa construction. Comme le service de la locomotive électrique doit être assuré par un seul homme, il est nécessaire de prévoir un chargement automatique de la chaudière afin que le wattmann s'en occupe aussi peu que possible. Si l'on envisage une chaudière à grand volume d'eau et de vapeur, seule la surveillance du niveau d'eau présente déjà de grandes difficultés, car le wattmann ne peut pas, du poste qu'il occupe, manœuvrer les appareils électriques, surveiller les signaux de la voie et encore s'occuper de la chaudière du chauffage. A première vue, les générateurs du genre Serpollet, dans lesquels les éléments tubulaires ne reçoivent à chaque instant que l'eau qu'ils peuvent vaporiser, paraissent convenir. En ce qui concerne la chauffe de la chaudière on pourrait recourir à un gazogène qui ne nécessite aucune manœuvre continue, ou au chauffage au pétrole avec tuyères à air comprimé, réglables du poste du wattmann.

On a aussi pensé vaporiser l'eau contenue dans la chaudière par un courant électrique traversant des résistances placées dans la chaudière même ou en emplissant,

au départ, le réservoir principal d'alimentation avec de l'eau à haute pression et surchauffée, à laquelle on donnerait le supplément de chaleur nécessaire à sa vaporisation, à l'aide de résistances électriques.

Ces chauffages électriques ne s'effectueraient évidemment que pendant les arrêts, c'est-à-dire pendant que les moteurs n'absorbent pas de courant, afin d'uniformiser autant que possible le travail des stations centrales.

Les temps d'arrêt dans les gares étant relativement de faible durée, par rapport aux temps de marche, il faudrait donner aux résistances de grandes dimensions pour qu'elles puissent absorber toute la puissance électrique nécessaire au chauffage; à première vue, il semble qu'on éprouverait quelque difficulté à loger une telle chaudière sur la locomotive; en outre, l'énergie électrique nécessaire au chauffage serait très onéreuse.

Fig. 8. — Montage d'un alternomoteur à collecteur des Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A. G. sur le châssis d'une locomotive à commande par bielles et manivelles. Puissance développée : 700 chevaux à 175 tours par minute avec du courant monophasé de $13\frac{1}{3}$ à $16\frac{2}{3}$ périodes.
Blindwelle : Arbre intermédiaire. Erste Treibachse : Premier essieu moteur. Laufachse : Essieu porteur.

Il serait certainement préférable d'appliquer le chauffage électrique sur chacune des voitures; dans ce cas, il conviendrait de rechercher l'unification des types de résistances et des dispositions d'accouplements, la tension la plus convenable pour les canalisations paraîtrait être de 300 volts par rapport à la terre.

Construction des véhicules. — Dans ces derniers temps, les idées sur la forme générale des véhicules effectuant la traction des trains semblent bien changées; jusqu'ici, et particulièrement pour les automotrices, on a employé la transmission par engrenages, en réduisant la vitesse des moteurs; ce procédé convient du reste parfaitement pour les puissances moyennes, mais, comme actuellement on a des tendances à construire des appareils plus lourds, on est conduit à supprimer complètement les engrenages et à employer la commande par bielles et manivelles.

Cette construction exige des moteurs tournant lentement et fixés d'une façon rigide sur le châssis des locomotives; on admet qu'en général chaque locomotive est équipée avec un ou deux moteurs. Chaque moteur porte



deux manivelles et transmet le mouvement à un ou deux arbres intermédiaires reliés aux roues motrices par des bielles d'accouplement.

Il y a tout lieu d'admettre que ce mode de transmission, constitué par des organes employés depuis longtemps sur les locomotives à vapeur, donnera aussi toute satisfaction sur les locomotives électriques.

D'autre part, il semble peu pratique de transmettre la grande puissance développée sur les locomotives lourdes par des engrenages.

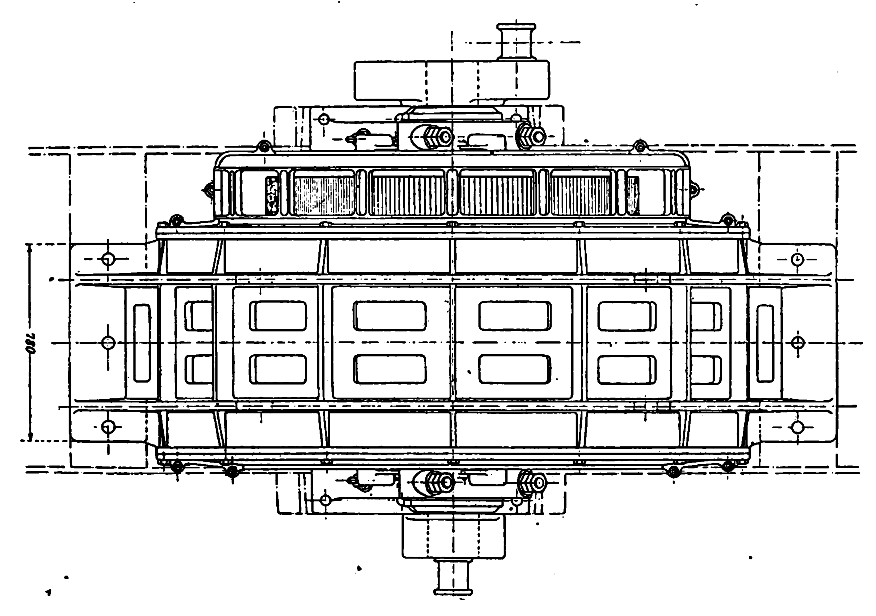


Fig. 8 *a*. — Vue en plan du moteur de la figure 8.

La commande par bielles n'exige qu'un petit nombre de moteurs et de ce fait favorise la sécurité de bon fonctionnement en service; la disposition générale des appareils électriques sur le châssis facilite l'accès de chacun d'eux et, par suite de l'élévation du centre de gravité, diminue la fatigue de la voie. Les moteurs à engrenages placés très bas sont une cause de fatigue de la voie, non seulement parce que le centre de gravité de la machine est bas, mais encore parce que le poids des parties non suspendues se trouve augmenté de celui des moteurs.

Le poids total des gros moteurs, tournant lentement et transmettant leur mouvement à l'aide de bielles et de manivelles n'est pas sensiblement plus grand que celui des moteurs de même puissance établis avec transmission par engrenages.

Les plus gros alternomoteurs avec engrenages, construits jusqu'à ce jour, ont une puissance de 350 chevaux et pèsent environ 16,5 kg par cheval. Avec ce coefficient il est très possible d'établir des moteurs de même puissance, tournant lentement et transmettant leur mouvement à l'aide de bielles et de manivelles.

Les figures 8, 8 *a* et 8 *b* représentent un alternomoteur à collecteur pour locomotive, construit par les Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G., pour du courant à 500 volts maximum et 15 périodes; il développe une puissance horaire de plus de 700 chevaux à la vitesse de 175 tours par minute; son poids total est de 13 tonnes et il ne porte pas de résistances entre le collecteur et les enroulements de l'induit; la vue en plan (*fig.* 8*a*) le montre placé entre les longerons, sur le châssis d'une lo-

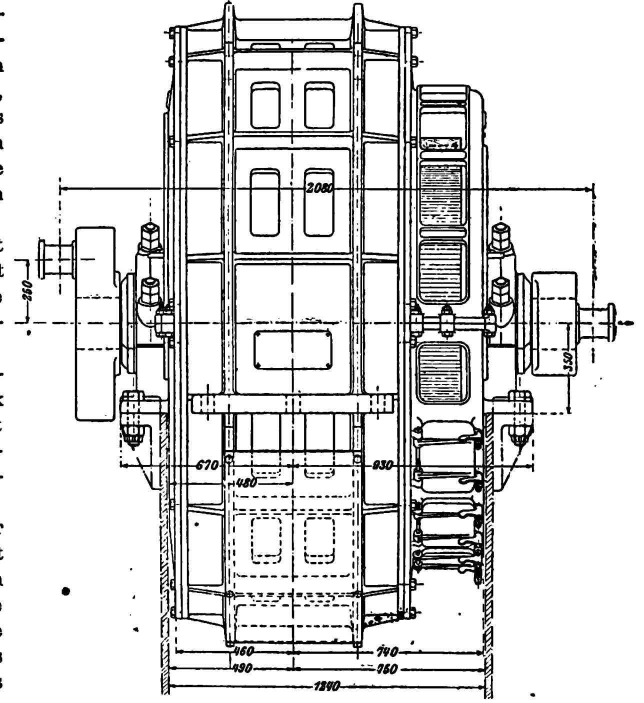


Fig. 8 *b*. — Profil du moteur de la figure 8.

TABLEAU III. — *Locomotives électriques av*

NUMÉROS.	DESTINATIONS.	COURANT.	DISPOSITION DES ESSIEUX.	DIAMÈTRE des roues motrices.
				mm.
1.	Seebach-Wettingen. Locomotive avec convertisseur.	Moteurs à courant continu. Courant monophasé sur la ligne.	$2 \times \frac{2}{2}$ essieux accouplés o-B-B-o.	1000
2.	Seebach-Wettingen. Locomotive à courant monophasé.	Monophasé.	$2 \times \frac{2}{2}$ essieux accouplés o-B-B-o.	1000
3.	Burgdorf-Thun.	Triphasé.	$\frac{2}{2}$ essieux accouplés o-B-o.	1230
4.	Stansstad-Engelberg.	—	$\frac{2}{2}$ essieux accouplés o-B-o (roue dentée de la crémaillère 700).	670
5.	Valtelline, 1903.	—	$\frac{3}{5}$ essieux accouplés 1-C-1.	1500
6.	Valtelline, 1905.	—	$\frac{3}{5}$ essieux accouplés 1-C-1.	1500
7.	Tunnel du Simplon, 1906.	—	$\frac{3}{5}$ essieux accouplés 1-C-1.	1640
8.	Tunnel du Simplon, 1907.	—	$\frac{4}{4}$ essieux accouplés o-D-o.	1250
9.	Chemins de fer italiens.	—	$\frac{5}{5}$ essieux accouplés o-E-o.	1070
10.	Wiesentalbahn.	Monophasé.	$\frac{3}{5}$ essieux accouplés 1-C-1.	1200
11.	General Electric C°. Locomotive d'essais.	—	$\frac{3}{6}$ essieux accouplés 2-C-1.	1240
12.	Pennsylvania-Tunnel, 1909.	Continu.	$\frac{2}{4} + \frac{2}{4}$ essieux accouplés 2-B-o + o-B-2.	1725
13.	Alpes Bernoises.	Monophasé.	$\frac{1}{3} + \frac{1}{3}$ essieux accouplés 1-B-o + o-B-1.	1270
14.	Chemins de fer du Midi.	—	$\frac{3}{5}$ essieux accouplés 1-C-1.	1350
15.	Dessau Bitterfeld.	—	$\frac{2}{5}$ essieux accouplés 1-B-2.	1750
16.	Dessau Bitterfeld.	—	$\frac{4}{4}$ essieux accouplés o-D-o.	1050
17.	Compagnie internationale d'électricité Pieper.	Continu.	$\frac{2}{2}$ essieux accouplés o-B-o.	»

comotive à voyageurs à 3/5 essieux accouplés; la figure 9 donne schématiquement la disposition des arbres intermédiaires et des essieux de ladite locomotive (1).

A l'appui de ce qui précède il y a encore lieu d'ajouter qu'avec la commande par bielles il n'y a pas de masses à mouvement alternatif à équilibrer; les manivelles, les tourillons, les bielles motrices et d'accouplement sont animés d'un mouvement circulaire et peuvent être équilibrés par des contrepoids convenablement calculés.

Le tableau III donne les types connus les plus importants de locomotives électriques pourvues de commande par bielles.

Jusqu'ici on n'a pas encore construit d'automotrice électrique avec commande par bielles; pour celles-ci les avantages de cette construction seraient moins importants que pour les locomotives mais cependant son application semblerait recommandée dans le cas d'un moteur unique placé sur le châssis.

RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE. — Mentionnons encore quelques exigences particulières dont il y a lieu de tenir compte dans l'établissement d'un projet d'électrification :

a. La récupération d'énergie dans les descentes;

b. La possibilité d'alimenter le matériel construit pour du courant monophasé sur les grandes lignes avec du courant continu dans le voisinage des grandes villes.

a. La récupération dans les descentes ne devrait pas pour le moment être imposée par les compagnies de chemins de fer; cette condition est encore prématurée : elle n'est pas impossible à réaliser avec les alternomoteurs monophasés, mais les dispositifs qu'elle nécessite ne sont, en aucun cas, très simples; en outre, le pourcentage de récupération dans les déclivités ordinaires des grandes lignes est relativement faible et le courant de

(1) Les Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G. construisent avec les Usines du Creusot, pour la Compagnie des chemins de fer du Midi, une locomotive à voyageur de ce type portée par 3/5 essieux accouplés.

Ils ont également fourni une locomotive à 4/4 essieux accouplés, équipée avec un moteur du même type, destinée à la traction des trains de marchandises sur la ligne de Halle-Leipzig-Magdebourg de l'État prussien.

Le courant d'alimentation de la première de ces locomotives a une tension de 12000 volts et une fréquence de $16\frac{2}{3}$ périodes.

Celui de la deuxième locomotive a une tension de 10000 volts et une fréquence de 15 périodes.

ommande par bielles et manivelles.

PUISSANCE HORAIRE de la locomotive.	POIDS de la locomotive.	CHEVAUX par tonne de locomotive.	MOTEURS. Nombre.	MOTEURS. Puissance d'un moteur.	MOTEURS. Poids d'un moteur.	OBSERVATIONS.
chx.	t.			chx.	kg.	
440	46	10	2	220	»	Transmission par engrenages et avec arbre de renvoi.
400	40	10	2	200	3400	Transmission par engrenages et avec arbre de renvoi. Rapport de transmission $\frac{1}{3,08}$.
300	30	10	2	150	4000	Transmission par engrenages et avec arbre de renvoi, Rapports de transmission $\frac{1}{1,88}$ ou $\frac{1}{3,12}$.
150	12	13	2	75	2000	Voie étroite crémaillère. Rapport $\frac{1}{1,16}$.
900	62	15	2	450	12400	Commande directe par bielles.
1500	62	24	2	a. 1500 b. 1200	13400 11400	—
800-1100	62	18	2	400-550	11000	
1100, 1300, 1500, 1700	68	25	2	550, 650, 750, 850	12250	
2000	60	33	2	1000	12000	
1000	62	16	2	500	»	Commande directe par bielles avec deux arbres intermédiaires.
1600 (provisoirement 800)	113	14	2	800 (provisoirement 400)	»	— —
4000	168	24	2	2000	20400	Commande directe par bielles; chacune des deux parties de la locomotive porte un arbre intermédiaire.
1600	90	18	2	800	»	—
environ 1500	82,5	18	2	750	13500	Commande directe par bielles avec deux arbres intermédiaires.
900	62	15	1	900	»	Locomotive pour train express. Commande directe par bielles avec un arbre intermédiaire.
600	56	11	1	600	env. 12800	Locomotive à marchandises. Commande directe par bielles avec un arbre intermédiaire.
»	»	»	»	»	»	30 chevaux, dynamo actionnée par un moteur à benzine, transmission par pignons coniques et un arbre intermédiaire.

récupération contribue à augmenter l'échauffement des moteurs auxquels de ce fait on est obligé de donner des dimensions plus grandes. Pour pouvoir marcher en récupération, avec les moteurs qui en service normal tournent avec les caractéristiques du courant principal, il faut donner à ceux-ci les caractéristiques des moteurs série.

Les couplages nécessaires pour réaliser cette condition sont relativement simples. Dans le cas d'alternomoteurs à phases compensées, possédant un deuxième jeu de balais f (*fig.* 10 *a*), dans l'axe du champ principal des moteurs, il suffit de donner, aux balais f du champ, une tension indépendante du courant mais de même phase que celle du réseau, de cette façon le moteur est transformé en un moteur shunt compensé (*fig.* 10 *b*).

D'autres dispositifs ont été imaginés pour réaliser, en service courant, la récupération avec les moteurs série. La figure 11 donne à titre d'exemple le schéma d'une disposition des Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke, brevetée sous le n° D. R. P. 186 781, en admettant que le véhicule soit pourvu de 2 moteurs série.

Dans la figure 11 *a* les deux moteurs M_1 et M_2 travaillent en parallèle avec les connexions habituelles des moteurs série.

Dans la figure 11 *b* le moteur M_1 fonctionne comme génératrice en dérivation en rechargeant le réseau; son champ f_1, est approximativement en phase avec le courant de la ligne, les enroulements f_2 du deuxième moteur M_2 reçoivent du courant à un voltage e de même phase que celui du réseau; le champ des enroulements f_2 est donc décalé d'environ 90° en arrière du courant de la ligne; de sorte que la tension produite par M_2 est en retard de 90° sur celle du réseau.

En renversant le sens de marche on produirait donc une tension en avance de 90° sur celle de la ligne; comme cette tension, en avance, alimente le champ f_1 du premier moteur M_1 qui, lui, est en retard de 90° par rapport au courant du moteur M_2, on récupérerait finalement du courant ayant sensiblement la même phase que celle du réseau. M_1 peut donc travailler en génératrice et fournir du courant sur la ligne d'alimentation.

Possibilité d'alimenter les moteurs avec du courant monophasé ou du courant continu. — Cette deuxième condition relative à la possibilité de passer d'une ligne alimentée par du courant monophasé sous une autre alimentée par du courant continu ne semble pas devoir être souvent imposée pour le cas des grandes



lignes de chemins de fer; elle pourrait cependant l'être dans le cas des réseaux urbains ou interurbains.

Elle peut être réalisée sans grande difficulté avec les alternomoteurs série à simple ou double alimentation;

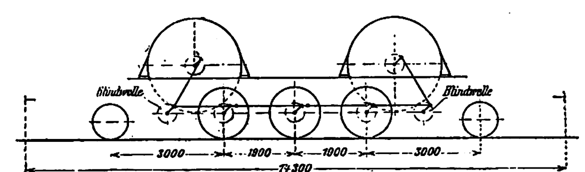


Fig. 9. — Disposition des essieux de la locomotive représentée figures 8 à 8*b*.
Blindwelle : Arbre intermédiaire.

elle ne le serait pas si facilement avec les moteurs pourvus d'un deuxième jeu de balais de champ. L'alternomoteur série simple (*fig.* 12) avec enroulements de compensation et de commutation constitue une excellente machine à courant continu au moins en ce qui concerne la commutation.

Le rendement moyen de l'alternomoteur de traction alimenté avec du courant continu est supérieur de 3 pour 100 environ au rendement du moteur alimenté avec du courant monophasé.

On recommande, en cas de marche avec du courant continu, d'obtenir un champ magnétique plus saturé qu'en cas de marche avec du courant monophasé; cette condition est réalisée par une simple manœuvre du commutateur en sectionnant les enroulements du champ comme l'indique la figure 12*b*.

Pour les moteurs répulsion, on a aussi imaginé des dispositions permettant de passer de l'alimentation en

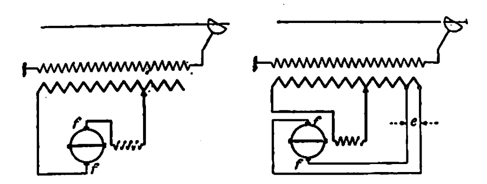


Fig. 10 *a*. Fig. 10 *b*.

Récupération de l'énergie avec des alternomoteurs à excitation d'induit.

a. Connexions pour marche normale.

b. Connexions pour marche en récupération.

monophasé, à l'alimentation en continu. Il est très compréhensible que l'équipement d'un véhicule pourvu des résistances nécessaires à l'alimentation en continu et du transformateur nécessaire à la marche avec courant monophasé est évidemment plus compliqué et plus lourd que l'équipement ordinaire pour l'alimentation avec du courant monophasé. G. HEILFRON.

Troisième rail protégé et à conducteurs multiples pour voies provisoires à traction électrique.

L'*Electrical Review*, du 2 septembre, décrit un type de troisième rail offrant une grande sécurité pour les ouvriers circulant sur la voie, et facile à installer.

Ce troisième rail se compose essentiellement d'une poutrelle à larges ailes, symétrique ou non, suivant le cas, sous la table supérieure de laquelle, de chaque côté de l'âme, sont suspendus les conducteurs électriques, par

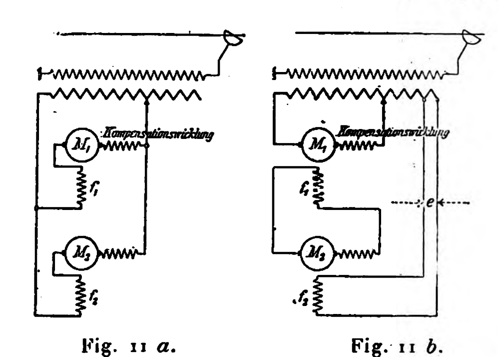


Fig. 11 *a*. Fig. 11 *b*.

Récupération de l'énergie avec des alternomoteurs série.
Kompensationswicklung : Enroulements de compensation.

a. Connexions pour marche normale.

b. Connexions pour marche en récupération.

l'intermédiaire de boulons traversant des isolateurs en porcelaine.

La suspension de ces conducteurs est effectuée de telle sorte, qu'ils sont parfaitement isolés les uns par rapport aux autres et par rapport à la poutrelle, et protégés contre tout contact de la part de ceux qui circulent dans leur voisinage, par les deux ailes supérieures de cette poutrelle qui les dépassent.

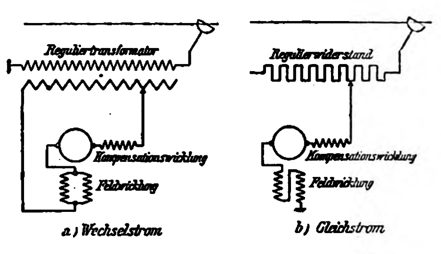


Fig. 12 *a*. Fig. 12 *b*.

Traction avec des moteurs série alimentés par du courant monophasé ou du courant continu.

Reguliertransformator : Transformateur de réglage.
Regulierwiderstand : Résistance de réglage.
Kompensationswicklung : Enroulements de compensation.
Feldwicklung : Enroulements de champ.

a. Wechseltrom : Monophasé.

b. Gleichstrom : Continu.

Il y a deux dispositifs de ce type de troisième rail : l'un pour courant continu; l'autre pour courant triphasé, n'utilisant pas les rails porteurs pour le retour du courant. Les frotteurs destinés à amener le courant des rails aux machines ne diffèrent que très peu des frotteurs ordinaires.

Ce dispositif est employé en Angleterre, notamment aux chantiers navals de la Blyth Shipbuilding C°.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

Décret du Ministre des Affaires étrangères portant promulgation de la convention signée à Paris, le 3 juillet 1909, entre la France et la Grande-Bretagne, et concernant la réparation des dommages résultant des accidents du travail.

Le Président de la République française,

Sur la proposition du Ministre des Affaires étrangères et du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Une convention concernant la réparation des dommages résultant des accidents du travail ayant été signée à Paris, le 3 juillet 1909, entre la France et la Grande-Bretagne, et les ratifications de cet acte ayant été échangées à Paris, le 13 octobre 1910, ladite convention dont la teneur suit recevra sa pleine et entière exécution.

CONVENTION.

Le Président de la République française et S. M. le Roi du Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande et des territoires britanniques au delà des mers, empereur des Indes, également animés du désir d'assurer à leurs nationaux respectifs le bénéfice réciproque de la législation en vigueur dans le Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande, et la France respectivement, sur la réparation des dommages résultant des accidents du travail, ont résolu de conclure à cet effet une convention, et ont nommé pour leurs plénipotentiaires, savoir :

Le Président de la République française :

M. Stephen Pichon, sénateur, ministre des Affaires étrangères,

Et S. M. le Roi du Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande et des territoires britanniques au delà des mers, empereur des Indes :

S. Exc. le très honorable sir Francis Bertie, ambassadeur extraordinaire et plénipotentiaire de S. M. le Roi du Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande et des territoires britanniques au delà des mers, empereur des Indes près le Président de la République française,

Lesquels, après s'être communiqué leurs pleins pouvoirs, trouvés en bonne et due forme, sont convenus de ce qui suit :

ARTICLE PREMIER. — Les sujets britanniques victimes d'accidents du travail en France, ainsi que leurs ayants droit, seront admis au bénéfice des indemnités et des garanties attribuées aux citoyens français par la législation en vigueur sur les responsabilités des accidents du travail.

Par réciprocité, les citoyens français victimes d'accidents du travail dans le Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande, ainsi que leurs ayants droit, seront admis au bénéfice des indemnités et des garanties attribuées aux sujets britanniques par la législation en vigueur sur la réparation des dommages résultant des accidents du travail, complétée à leur égard, dans les conditions spécifiées à l'article 5 ci-après.

ART. 2. — Toutefois, la présente convention ne sera point applicable aux personnes détachées à titre temporaire et occupées depuis moins de six mois sur le territoire de celui des deux États contractants où l'accident est survenu, mais faisant partie d'une entreprise établie sur le territoire de l'autre État. Dans ce cas, les intéressés n'auront droit qu'aux indemnités et garanties prévues par la législation de ce dernier État.

Il en sera de même pour les personnes attachées à des entreprises de transport et occupées de façon intermittente, même habituelle, dans le pays autre que celui où les entreprises ont leur siège.

ART. 3. — Les autorités françaises et britanniques se prêteront mutuellement leurs bons offices en vue de faciliter de part et d'autre l'exécution des lois relatives aux accidents du travail.

ART. 4. — La présente convention sera ratifiée, et les ratifications seront échangées à Paris le plus tôt possible.

Elle sera applicable en France et dans le Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande pour tous les accidents survenus un mois après qu'elle aura été publiée dans les deux pays, suivant les formes prescrites par leur législation respective, et elle demeurera obligatoire jusqu'à l'expiration d'une année à partir du jour où l'une ou l'autre des parties contractantes l'aura dénoncée.

ART. 5. — Toutefois, la ratification prévue à l'article précédent ne pourra intervenir que lorsque la législation du Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande sur les accidents du travail actuellement en vigueur aura été complétée, en ce qui concerne les accidents du travail survenus à des Français, par des dispositions spécifiant :

a. Que les indemnités dues seront, dans tous les cas, obligatoirement fixées par la cour de comté;

b. Qu'en cas de rachat de ces indemnités la somme due, toutes les fois qu'elle représentera le capital constitutif d'une rente supérieure à 100 fr (4 £), devra être versée à la cour, pour être employée, par ses soins, à la constitution d'une rente viagère au profit des bénéficiaires;

c. Que dans les cas où le capital représentatif de l'indemnité aura été versé par le chef de l'entreprise à la cour de comté, si la victime d'accident revient résider en France, ou bien si ses représentants y résidaient au moment de sa mort ou reviennent y résider ultérieurement, le montant dû à la victime ou à ses représentants sera, par les soins de la cour, versé à la caisse nationale française des retraites pour la vieillesse, qui en emploiera le montant à la constitution de rentes d'après son tarif au moment du versement, et que dans le cas où le capital n'aura pas été versé à la cour, et où la victime d'accident reviendra résider en France, l'indemnité sera remise au bénéficiaire par les soins de la cour à des époques et dans des conditions dont conviendront les administrations compétentes des deux pays;

d. Que pour tous les actes accomplis par la cour de comté en vertu de la législation sur les accidents du travail, aussi bien qu'en exécution de la présente convention, les Français seront exempts de tous frais, impôts et taxes;

e. Qu'il sera produit au début de chaque année au département du travail et de la prévoyance sociale par le principal secrétaire d'État de Sa Majesté britannique pour le Home Department, copie de toutes les décisions judiciaires rendues pendant l'année précédente à la suite des accidents survenus à des Français dans le Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande.

En foi de quoi les plénipotentiaires soussignés ont dressé la présente convention et y ont apposé leurs cachets.

Fait, en double exemplaire, à Paris, le 3 juillet 1909.

(*L. S.*) Signé : S. PICHON,
FRANCIS BERTIE.

ART. 2. — Le Ministre des Affaires étrangères et le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 28 octobre 1910.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre des Affaires étrangères,
S. PICHON.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
RENÉ VIVIANI.



Note concertée entre les administrations française et britannique en vue de l'application de l'article 5 de la convention signée à Paris, le 3 juillet 1909, entre la France et la Grande-Bretagne, au sujet de la réparation des dommages résultant des accidents du travail.

En exécution de l'article 5, lettre C, *in fine*, de la convention signée à Paris le 3 juillet 1909 entre la France et la Grande-Bretagne au sujet de la réparation des dommages résultant des accidents de travail, les administrations compétentes française et britannique ont, d'un commun accord, arrêté les dispositions suivantes :

Les payements prévus à l'article 5, lettre C, *in fine*, de la convention franco-britannique du 3 juillet 1909 seront effectués par trimestres, à terme échu.

La victime d'accident qui reviendra résider en France devra en donner préalablement avis au registrar de la cour de comté qui aura fixé l'indemnité, afin que celle-ci lui remette un certificat d'expertise médicale relatant la nature de son incapacité et détermine, après avoir entendu les parties, les époques auxquelles devront être produits, à l'appui de la demande de payement de l'indemnité due, des certificats médicaux attestant la persistance de cette incapacité. Ces certificats seront exigés à des intervalles qui ne pourront être inférieurs à trois mois, ni supérieurs à douze et que la cour de comté fixera en ayant égard à la nature de l'incapacité.

A l'effet d'obtenir les payements susvisés, la victime d'accident qui sera revenue résider en France se fera délivrer chaque trimestre par le maire de la commune de sa résidence, un certificat de vie auquel elle joindra aux époques qu'aura déterminées à cet effet la cour de comté, un certificat médical établi par un médecin chargé d'un service administratif dans le département et qui attestera la persistance de l'incapacité relatée au certificat d'expertise médicale, remis à la victime par la cour de comté.

En cas de mort de la victime, ses ayants droit pour les sommes qui lui resteraient dues, joindront à leur demande de payement l'acte de décès de la victime et un acte établissant leur qualité.

Les pièces spécifiées aux deux alinéas qui précèdent seront adressées, avec la demande de payement, à l'autorité consulaire française dans le ressort de laquelle se trouvait la cour de comté qui aura fixé l'indemnité.

Cette autorité fera diligences pour adresser les pièces au registrar de la cour de comté et obtenir payement des sommes dues. Elle recevra lesdites sommes sans frais et les adressera à leurs destinataires.

(*Journal officiel* du 15 novembre 1910.)

Arrêté préfectoral concernant les élections pour le renouvellement partiel du Tribunal de commerce de la Seine et de la Chambre de commerce de Paris.

Le Sénateur, Préfet de la Seine,

Vu la loi du 8 décembre 1883, relative à l'élection des membres des Tribunaux de commerce, ensemble la circulaire du garde des Sceaux, ministre de la Justice et des Cultes, en date du 13 février 1884;

Vu le décret du 20 août 1889, portant qu'à l'avenir le Tribunal de commerce de la Seine sera composé d'un président, de vingt et un juges titulaires et de vingt et un juges suppléants;

Vu la loi du 23 janvier 1898 qui a complété l'article premier de la loi du 8 décembre 1883;

Vu la loi du 19 février 1908, qui a conféré à tous les électeurs consulaires le droit de participer à l'élection des Chambres de commerce, ensemble les circulaires ministérielles des 30 mars 1908 et 18 octobre 1910;

Vu les décrets des 11 août et 24 octobre 1908, qui ont classé les industries et commerces en deux catégories professionnelles et réparti les sièges de la Chambre de commerce entre ces deux catégories, à raison de trente et un membres pour la première catégorie et de neuf membres pour la seconde;

Vu l'arrêté préfectoral, en date du 29 octobre dernier, prescrivant le dépôt aux greffes du Tribunal de commerce et de chacune des justices de paix du département de la Seine, de la liste générale des électeurs et des listes spéciales à chaque canton, établies conformément aux lois et décrets susvisés, et fixant la période des réclamations,

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Les électeurs inscrits sur les listes ci-dessus visées sont convoqués pour le jeudi 8 décembre 1910, à l'effet d'élire, savoir :

Tribunal de commerce :

1° 1 président pour 2 ans;
2° 10 juges titulaires pour 2 ans;
3° 1 juge titulaire pour 1 an;
4° 11 juges suppléants pour 2 ans;
5° 2 juges suppléants pour 1 an.

Chambre de commerce :

1re catégorie :

10 membres pour 6 ans;
4 membres pour 4 ans;

2e catégorie :

3 membres pour 6 ans;
1 membre pour 4 ans.

ART. 2. — Par application des dispositions de l'article 5 de la loi du 19 février 1908, les déclarations de candidature pour la Chambre de commerce établies sur papier libre et revêtues des signature et adresse des intéressés seront reçues à la Préfecture de la Seine (Bureau des élections), jusqu'au vendredi 2 décembre inclusivement, dimanches et jours fériés exceptés, de 10 h du du matin à 4 h du soir. Il en sera délivré récépissé.

ART. 3. — Les électeurs domiciliés à Paris se réuniront à la mairie de leur arrondissement.

Ceux qui sont domiciliés dans les communes du département de la Seine se réuniront à la mairie du chef-lieu de leur canton.

ART. 4. — Le scrutin sera ouvert à 10 h du matin et fermé à 4 h du soir.

Le dépouillement des votes s'effectuera, dans chaque assemblée électorale, immédiatement après la clôture du scrutin.

ART. 5. — Conformément à l'article 11 de la loi susvisée du 8 décembre 1883, les résultats des élections seront constatés dans les vingt-quatre heures de la réception des procès-verbaux, par une Commission siégeant à la Préfecture de la Seine.

ART. 6. — Une carte électorale sera envoyée à l'avance à chaque électeur.

ART. 7. — Ainsi qu'il sera spécifié sur cette carte, le vote aura lieu au scrutin individuel lorsqu'il s'agira de l'élection d'un seul membre et au scrutin de liste dans tous les autres cas, c'est-à-dire quand il y aura plusieurs membres à élire.

ART. 8. — Dans le cas où le premier tour de scrutin ne donnerait pas de résultat définitif, il sera procédé à un deuxième tour le jeudi 22 décembre 1910.

ART. 9. — Le présent arrêté sera affiché à Paris et dans les communes des arrondissements de Saint-Denis et de Sceaux.

Fait à Paris, le 16 novembre 1910.

J. DE SELVES.

Par le Préfet :
Le Secrétaire général de la Préfecture,
ARMAND BERNARD.

(*Bulletin municipal officiel* du 17 novembre 1910.)



CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Compagnie électrique de la Loire.* Assemblée ordinaire et extraordinaire le 24 novembre, 11 h, 69, rue de Miromesnil, Paris.

Société Toulousaine d'électricité. Assemblée ordinaire le 3 décembre, 11 h, 10, quai Saint-Pierre, à Toulouse (Haute-Garonne).

Électrique de la Loire. Assemblée ordinaire le 29 novembre, 11 h, Chambre de Commerce de Saint-Étienne (Loire).

Force et lumière électriques. Assemblée ordinaire le 26 novembre, 2 h 30 m, 9, rue de Rocroi, Paris.

Électricité et gaz du Nord. Assemblée constitutive le 17 novembre, 2 h 15 m, 75, boulevard Haussmann, Paris.

Forces motrices du Vercors. Assemblée extraordinaire le 23 novembre, 2 h, rue Paul-Chenavard, à Lyon (Rhône).

Nouvelles Sociétés. — *Société Vosgienne d'électricité.* Siège social : rue Pillet-Will, 8, Paris. Capital 500 000 fr. Constituée le 29 octobre 1910.

Secteur électrique de la vallée de la Marne. Siège social à Paris, 10, rue du Chemin-Vert. Capital 100 000 fr. Constituée le 20 septembre 1910.

Société électrique de Rumaucourt. Siège social à Rumaucourt (Pas-de-Calais). Durée 31 ans. Capital 12 000 fr.

Secteur électrique de la ville d'Asnières. Siège social à Paris, 1, cité Trévise. Capital 1 500 000 fr. Constituée le 10 octobre 1910.

Compagnie d'éclairage et de force par l'électricité. Siège social à Figeac (Lot). Durée 50 ans. Capital 250 000 fr.

Compagnie centrale d'énergie électrique. Siège social à Paris, 3, rue Moncey. Durée 90 ans. Capital 5 000 000 fr.

Société anonyme éclairage et force motrice par l'électricité. Siège social à Douai (Nord), 31 et 33, rue Saint-Jacques. Durée 40 ans. Capital 80 000 fr.

Compagnie parisienne du secteur « Trinité ». Siège social à Paris, 167, rue Montmartre. Durée 30 ans. Capital 325 000 fr.

Société en nom collectif Maucœur et Viel. Siège social à Lille (Nord), 119, rue Nationale. Durée 9 ans 7 mois. Capital 85 000 fr.

Société française d'énergie électrique de Cambrésis. Siège social à Cambrai (Nord), 12, rue des Rôtisseurs. Durée 40 ans. Capital 200 000 fr.

Société des forces électriques de la Goule. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'assemblée générale ordinaire du 28 avril 1910, nous extrayons ce qui suit :

L'état des abonnements pour force et lumière au 31 décembre 1909 est :

Lumière.

État des abonnements.	Nombre de lampes.	Nombre de bougies.	Devant produire une recette de : fr
31 décembre 1909	17651	174115	168299,80
31 décembre 1908	16351	164051	159883 »
Augmentation	1300	10064	8416,80

Force.

État des abonnements.	Nombre d'appareils.	Devant produire une recette de : fr
31 décembre 1909	1542 HP	218062,45
31 décembre 1908	1509 HP	204415,15
Augmentation	33 HP	13647,30

Appareils divers.

État des abonnements.	Nombre d'appareils.	Devant produire une recette de : fr
31 décembre 1909	279	3711,05
31 décembre 1908	253	3527 »
Augmentation	26	184,05
ce qui donne un total de recettes en plus de		22248,15

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1909.

Actif.

Concession	277000 »
Immeubles (assurance 4461,90 fr)	591350,14
Travaux d'art	515630,08
Travaux mécaniques	223531,28
Travaux électriques	1806541,01
Mobilier	12613,84
Bureau technique	7037,44
Atelier	10661,15
Usine de la Goule	23161,48
Combustible	8495,27
Station de réserve turbo-générateur	569513,42
Station de réserve, moteur Diesel	216816,90
Électromoteurs	8692,45
Compteurs	17828,10
Moteurs en location	13094,75
Marchandises	66471,60
Débiteurs divers	987054,20
Effets à recevoir	9410,40
Titres	1392300 »
Commission d'emprunts	23425 »
Caisse	17239,51
Total	6797868,02

Passif.

Capital	1092000 »
Créanciers divers	1443029,41
Provision des annuités	87760 »
Compte d'attente	2434 »
Fonds d'amortissement et de renouvellement	711000 »
Fonds de réserve	120400 »
Compte d'ordre à la disposition des actionnaires	50000 »
Fonds de retraite	16550 »
Coupons non encaissés	5172,30
Banque cantonale de Berne, emprunt provisoire	1152447,50
Profits et pertes	117074,81
Total	6797868,02

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Débit.

	fr
Provision des annuités	100960 »
Frais d'exploitation et frais généraux	119938,19
Frais d'exploitation des stations de réserve	48343,05
Frais de réfections	7246,70
Commission d'emprunts	1310 »
Commission de banque et change	811,40
Intérêts débiteurs	30732,33
Dépréciation sur installations	25000 »
Amortissement sur mobilier	2017,95
» du bureau technique	524 »
» sur l'atelier	3096,90
Fonds de retraite	2000 »
Solde	117074,81
Total	459055,33

Crédit.

Par solde au 31 décembre 1908	344,92
Exploitation force et lumière	396224,70
Bénéfice sur installations	5025,64
» sur marchandises	1354,80
» sur le travail de l'atelier	2311 »
Loyer des immeubles	6153,70
Escompte et change	669,36
Intérêts créditeurs	36928,79
Divers	10032,42
Total	459055,33



Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des Agents diplomatiques et consulaires de France [1]. — N° 912. *Autriche-Hongrie.* — Situation économique du port et de la circonscription consulaire de Trieste en 1909.

N° 913. — *Crète.* — Exportations et importations de la Crète. Agriculture. Industrie.

N° 914. *Espagne.* — Mouvement commercial de Port-Bon en 1909.

N° 915. *Possessions anglaises d'Océanie : Confédération Australienne.* — Commerce de l'État de Victoria en 1909.

N° 916. *Espagne.* — Navigation, commerce et industrie de la province de Huelva en 1909.

N° 917. *Possessions hollandaises d'Océanie : Java.* — Exportations et importations de Java.

N° 918. *Russie : Grand-duché de Finlande.* — Situation économique et commerce extérieur de la Finlande en 1908.

Espagne. — *Revision des valeurs des marchandises servant de base à l'application des droits du tarif douanier espagnol. Avis au commerce français.* — L'attention du commerce français en relation d'affaires avec l'Espagne est appelé sur *deux ordres royaux* qui viennent d'être publiés dans la *Gaceta de Madrid*, le 18 octobre 1910, et dont une traduction a été insérée au *Moniteur officiel du Commerce* du 3 novembre 1910.

Le premier Ordre royal prescrit à la Commission des Tarifs et valeurs espagnoles d'effectuer la revision des valeurs ayant servi à la détermination des droits de douane. Le deuxième invite les corporations, sociétés et particuliers intéressés, à remettre par écrit au Ministère des Finances, dans un délai de deux mois à partir de la date de publication de l'ordre, *c'est-à-dire à partir du* 18 *octobre;* les observations et réclamations qu'ils croiront opportunes de formuler, en y joignant à l'appui des pièces justificatives.

Il n'est pas besoin de signaler l'intérêt qu'ont les Chambres de commerce, les groupements commerciaux et les négociants français qui font des affaires en Espagne à présenter leurs observations ou réclamations dans le délai imparti en les adressant, soit à la Chambre de commerce française de Madrid, Peligros 1 *bis*, à Madrid, soit à la Chambre de commerce française de Barcelone, Calle Ancha, 2 *bis*, à Barcelone.

France-Italie.— *Création d'un nouveau tarif international franco-italien.* — La date de mise en vigueur du nouveau tarif franco-italien qui avait été primitivement fixée au 15 novembre 1910 sera reportée au 1er janvier 1911.

Portugal. — *Décret du* 28 *octobre* 1910 *suspendant les effets du décret du* 30 *juin* 1910 *relatif à l'application des surtaxes douanières.* — Étant donnée la nécessité de remettre à l'Assemblée Constituante le soin de décider une question aussi grave que celle de l'application des surtaxes douanières à laquelle se réfère l'article 4 de la loi du 25 septembre 1908, il convient de décréter que les effets du décret du 30 juin 1910 seront suspendus jusqu'à ce que l'Assemblée précitée se soit prononcée, en connaissance de cause, sur la question. (*Diario do Governo.*)

Angleterre. — *Nouvelles taxes perçues sur les marchandises au port de Londres.* — Depuis le 1er novembre 1910, le « Port of London Authority » a mis en vigueur un nouveau tarif applicable à toutes les marchandises importées ou exportées par le port de Londres.

Pour tous renseignements complémentaires concernant ce document, s'adresser, verbalement ou par écrit, à l'Office national du Commerce extérieur (4e Service), 3, rue Feydeau, Paris, 2e.

[1] Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 9, rue d'Édimbourg.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique.

Dates.	Cuivre « Standard ».			Cuivre électrolytique.		
	£	sh	d	£	sh	d
9 novembre 1910.	57	17	6	59	17	6
10 » » .	57	12	6	59	15	»
11 » » .	57	6	3	59	12	6
14 » » .	57	6	7	59	15	»
15 » » .	57	13	9	59	15	»
16 » » .	57	17	6	59	17	6
17 » » .	57	17	6	59	15	»
18 » » .	57	12	6	59	15	»
21 » » .	57	16	3	59	12	6
23 » » .	57	11	3	59	15	»
24 » » .	57	11	3	59	15	»

Nota. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

INFORMATIONS DIVERSES.

Électrométallurgie. — Le traitement électrique des minerais de fer en Lombardie. — La Lombardie possède des gisements assez considérables de minerais de fer, mais n'a pas de houille; par contre, elle est riche en chutes d'eau; c'est d'ailleurs pour cette raison que l'idée d'utiliser le four électrique au traitement direct des minerais de fer a été particulièrement étudié, en Italie, principalement par Stassano qui, il y a une douzaine d'années, installait le premier haut fourneau électrique à Darfo, en Lombardie. Des causes, plutôt financières que techniques, entravèrent le développement de cette application. Des essais viennent d'être repris à Darfo même par la Société Ferriere di Voltri, sur les conseils de M. Keller, et les résultats obtenus sont si satisfaisants qu'il est question d'y installer un four électrique de 4500 chevaux. D'ailleurs quelques installations électrothermiques sont déjà en fonctionnement dans la région : à Darfo ce sont deux fours Keller de 2500 chevaux pour la fabrication du ferro-silicium; à Lovere, un four Kjellin pour la fabrication des aciers de projectiles; d'autres installations sont en projet.

La fabrication des ferro-siliciums et de la fonte au four électrique au moyen des scories.— Aux usines espagnoles de Araya, province de Alava, où se trouve installé un four à résistance système Louviers Louis pour la fabrication de l'acier, on a utilisé ce four pour la fabrication du ferro-silicium et de fonte de moulage en partant des scories du four de puddlage et des fours de réchauffage. On obtient très facilement, avec les scories de réchauffage. deux qualités de ferro-silicium, l'une à 25-30 pour 100, l'autre à 50-60 pour 100; la consommation d'énergie et de 3790 kilowatts-heure par tonne de ferro-silicium à 25-30 pour 100 en employant du coke et 3445 kilowatts-heure en prenant du charbon de bois comme agent réducteur. Pour le ferro-silicium à 50-60 pour 100 la consommation est de 8030 kilowatts-heure avec le coke et de 7105 kilowatts-heure avec le charbon de bois. La fabrication de la fonte, effectuée avec les scories de puddlage, demande 1660 kilowatts-heure avec le coke et 1485 kilowatts-heure avec le charbon de bois. On a ainsi trouvé le moyen d'utiliser des résidus sans valeur et encombrants.

Tome XIV. **N° 167. — 15 décembre 1910.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Lorsqu'en janvier 1908 nous informions nos lecteurs que *La Revue électrique* devenait l'organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité, nous leur annoncions en même temps que, pour conserver à la partie technique le développement qu'elle avait auparavant, le nombre des pages de chaque numéro serait porté de 32 à 40, les 8 pages nouvelles étant consacrées aux documents d'ordre législatif, juridique, administratif et commercial que les Syndicats publiaient jusqu'alors dans leurs bulletins. Les anciens abonnés avaient ainsi l'avantage de trouver dans *La Revue électrique* une documentation nouvelle venant compléter la documentation technique à laquelle ils étaient accoutumés.

Nous sommes heureux de leur annoncer aujourd'hui qu'à partir du mois prochain deux nouvelles innovations nous permettront de donner à la partie technique tout le développement qu'elle comporte, sans rien réduire des autres parties et même en élargissant quelques-unes d'entre elles.

En premier lieu, le corps principal du journal sera augmenté de 8 pages en moyenne par numéro. Nous disons en moyenne, car, suivant l'exemple de nos confrères techniques américains, nous proportionnerons désormais le nombre de pages de chaque numéro, dans une certaine mesure, à l'abondance des matières d'actualité qu'il nous paraîtra utile de faire paraître rapidement. Ces huit pages nouvelles seront uniquement consacrées à la partie technique.

La seconde innovation est la publication, dans les pages d'annonces, de renseignements commerciaux, financiers, bibliographiques, etc., dont quelques-uns étaient jusqu'ici publiés dans le corps principal; il en résultera une nouvelle augmentation de la place occupée par la partie technique dans le corps principal, en même temps qu'une plus large publicité des annonces insérées dans les feuilles supplémentaires. L'étendue de ces renseignements sera d'environ 6 pages par numéro.

C'est donc 54 pages en moyenne que contiendra dorénavant *La Revue électrique*.

Nous voulons espérer que ces perfectionnements seront les bienvenus auprès de nos lecteurs et qu'ils contribueront au développement continuel de la *Revue*.

*
* *

La consommation mondiale du caoutchouc augmente chaque année suivant une progression rapidement croissante. Il résulte en effet des statistiques publiées qu'elle était de 45 000 t en 1898, passait à 51 100 t en 1902 et atteignait 70 000 t en 1908, croissant annuellement d'environ 1500 t pendant les quatre années écoulées de 1898 à 1902 et de 2400 t pendant les six années suivantes.

Ce rapide accroissement de la consommation n'ayant pu être que difficilement suivi par la production, il en est résulté une élévation des cours de vente du caoutchouc, marquée surtout pendant ces deux dernières années; cette élévation des cours n'a pas

été sans causer quelques inquiétudes aux électriciens, car, bien que l'usage du caoutchouc dans l'industrie électrique soit plutôt en baisse qu'en hausse, cette matière est cependant indispensable dans la fabrication de bon nombre d'objets, appareils ou machines du ressort de l'industrie électrique. Il n'est donc pas inutile de dire quelques mots ici de deux produits dont il a été beaucoup parlé dans ces derniers temps : le **caoutchouc régénéré** et le **caoutchouc synthétique**. C'est ce que nous allons faire d'après un travail récemment publié de M. Grandmougin, professeur à l'École de Chimie de Mulhouse (1).

La fabrication du caoutchouc par synthèse constituerait évidemment la meilleure solution de la crise que traverse actuellement le marché du caoutchouc. Cette fabrication est-elle possible?

Si l'on songe que nous sommes déjà redevables à la Chimie de la synthèse industrielle de l'alizarine, du camphre, de l'indigo, de la vanilline et de bien d'autres produits naturels, il est permis d'espérer la synthèse industrielle du caoutchouc ou du moins d'un produit pouvant le remplacer. Mais pour qu'une synthèse soit réalisable il est, sinon indispensable, du moins très utile, que l'on connaisse la composition et la constitution exacte du composé dont on veut faire la synthèse. Or, si nous savons depuis longtemps que le caoutchouc est un hydrocarbure répondant à la formule $C^{10}H^{16}$ nous sommes encore mal renseignés sur sa constitution intime. D'après des travaux récents de M. Harries, professeur à l'Université de Kiel, cette constitution correspondrait à la formule indiquée dans l'un des schémas ci-dessous; le caoutchouc serait donc du 1.5-diméthyl-

```
      CH3                 CH3
       |                   |
       C                   C
     //  \               //  \
  H2C     CH          HC      CH2
          ||           |       |
          CH2
  H2C           →     H2C     CH2     →   (C10H16)12
  ||                   |       |
  HC      CH2         H2C     CH
     \   //              \   //
       C                   C
       |                   |
      CH3                 CH3
```

2 molécules d'isoprène. — 1.5 diméthylcyclo-octadiène. — Caoutchouc.

cyclo-octadiène, ou plutôt un polymère de celui-ci $(C^{10}H^{16})^n$ formé par l'association de plusieurs molécules, sans que l'on soit fixé sur le nombre n qui, d'après certains auteurs, serait égal à 10. Cette formule de constitution rend bien compte de la plupart des propriétés chimiques du caoutchouc; elle est donc fort probable; mais, suivant M. Grandmougin, elle n'est pas certaine.

Quoi qu'il en soit, cette formule de constitution présente le grand avantage de donner une explication d'un mode de synthèse du caoutchouc déjà réalisé avant les travaux de M. Harries : la synthèse par l'isoprène C^5H^8. On voit en effet, par le schéma qui représente la formule de constitution de l'isoprène, qu'il suffit de souder deux molécules de ce corps pour arriver à la formule du 1.5-diméthyl-cyclo-octadiène. Ce mode de synthèse a été signalé d'abord par M. Bouchardat, puis par Tilden, en 1882, qui obtinrent du caoutchouc par polymérisation de l'isoprène au moyen d'acide chlorhydrique; il a été confirmé depuis par M. Harries qui parvint à préparer du caoutchouc en chauffant en tube scellé, un peu au-dessus de 100°, un mélange d'isoprène et d'acide acétique glacial.

Mais l'obtention du caoutchouc par polymérisation de l'isoprène ne peut être considérée que comme un premier pas dans la fabrication synthétique du caoutchouc. L'isoprène n'est pas en effet un produit industriel. On a pris plusieurs brevets pour sa préparation synthétique. En particulier on a proposé de faire passer dans un tube chauffé au rouge un mélange de chlorure de méthyle, d'éthylène et d'acétylène; mais M. Harries, qui a étudié ce procédé, n'a jamais réussi à obtenir de l'isoprène et il doute qu'on puisse le préparer ainsi. Toutefois, comme la formule de constitution de l'isoprène semble rigoureusement établie, les chimistes pensent que la production synthétique de ce corps ne peut manquer d'être réalisée. D'autres estiment d'ailleurs qu'à défaut d'isoprène il est possible d'utiliser des carbures possédant comme lui des liaisons doubles conjuguées pour préparer, par polymérisation, de nouveaux corps analogues au caoutchouc et capables de remplacer celui-ci dans ses applications.

On voit donc que la synthèse du caoutchouc est encore du domaine du laboratoire. Quand passera-t-elle dans le domaine de l'industrie? C'est une question à laquelle M. Grandmougin se garde de répondre, faisant observer qu'il a fallu attendre 15 ans entre la découverte de la synthèse scientifique de l'indigo et la réalisation industrielle de cette synthèse.

Ajoutons que si la synthèse industrielle du caoutchouc est un jour réalisée, il est probable que la matière première servant à cette synthèse sera l'acétylène qu'on peut se procurer en abondance et à assez bas prix grâce à l'électrochimie. C'est un nouveau titre du caoutchouc synthétique à l'attention des électriciens.

La régénération du caoutchouc est aujourd'hui plus avancée que la synthèse. Plusieurs procédés sont employés pour cette génération.

(1) Eug. Grandmougin, *La synthèse et la régénération du caoutchouc* (*Le Génie Civil*, t. LVIII, 12 novembre 1910, p. 28 à 31).

Dans l'un la séparation du caoutchouc des matières étrangères (notamment des fibres textiles) se fait mécaniquement. Les déchets sont broyés aussi finement que possible; les fibres sont enlevées par un courant d'air et les parcelles de fer sont, s'il y a lieu, retirées au moyen d'électro-aimants. Le caoutchouc est ensuite rendu plastique par l'action prolongée de la vapeur d'eau surchauffée; il est enfin laminé après addition d'huiles minérales.

On opère le plus souvent la séparation par voie chimique : au moyen d'un acide ou d'un alcali. Dans le procédé à l'acide, le plus ancien et le plus employé, les résidus du caoutchouc, déchiquetés et nettoyés mécaniquement, sont soumis à chaud à l'action de l'acide sulfurique ou d'un mélange d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique; les fibres textiles sont carbonisées par ce traitement, puis sont enlevées par un lavage; il faut ensuite neutraliser avec soin toute trace d'acide par un traitement alcalin; on soumet enfin à l'action de la vapeur sous pression. Dans le procédé à l'alcali, les déchets sont chauffés avec une lessive alcaline sous pression; les fibres sont détruites et le caoutchouc est suffisamment plastique après ce traitement pour n'avoir pas besoin d'être exposé à la vapeur d'eau surchauffée.

Comme le caoutchouc s'imprègne mal des liqueurs aqueuses, les procédés chimiques ne peuvent enlever que partiellement les substances ajoutées au caoutchouc, soit organiques (huiles minérales, goudrons, etc.), soit minérales (oxydes et sulfures métalliques). La dissolution du caoutchouc dans un solvant approprié convient mieux à ce point de vue. On sépare alors la solution de caoutchouc des matières étrangères non dissoutes par turbinage et l'on précipite ensuite le caoutchouc par un liquide approprié (alcool, esprit de bois ou acétone), ou bien on chasse le solvant par chauffage à la vapeur d'eau. Ce procédé par dissolution est employé dans plusieurs usines, mais les tours de main qu'il exige et son prix de revient assez élevé en raison des pertes inévitables du solvant ont empêché son extension.

D'après les spécialistes, le caoutchouc régénéré par ces divers procédés peut être utilisé sans inconvénient en mélanges avec du caoutchouc naturel. On peut toutefois se demander si l'usure rapide de certains caoutchoucs industriels ne provient pas de la présence de caoutchouc régénéré en proportions trop fortes. Comme il n'existe aucun procédé permettant de déceler [1] le caoutchouc régénéré dans un produit manufacturé, le consommateur ne peut se rendre compte si la dose a été dépassée. C'est là un grave inconvénient.

Il convient aussi d'observer que, malgré son nom, le caoutchouc régénéré n'est pas du caoutchouc. Les déchets d'où on le retire ont été en effet vulcanisés. Or on sait que par la vulcanisation une partie du soufre entre en combinaison avec le caoutchouc. Le caoutchouc régénéré est donc un mélange de cette combinaison avec du caoutchouc en excès. La régénération du caoutchouc, qui ne peut d'ailleurs s'appliquer aux produits fortement vulcanisés en raison de la résistance de ceux-ci à l'action des agents chimiques ou des solvants, ne saurait donc être considérée que comme un palliatif à la crise du caoutchouc.

Puisque nous parlons du caoutchouc, ajoutons que nos possessions de l'Afrique occidentale sont en train de devenir un centre important de production et d'exportation de caoutchouc naturel. Ceux de nos lecteurs que la question intéresse particulièrement ont pu s'en convaincre à l'Exposition de Bruxelles, où un pavillon spécial était affecté à l'Afrique occidentale française. Dans ce pavillon se trouvaient exposés de nombreux échantillons de caoutchouc récolté au Sénégal, au Niger, au Soudan et en Guinée, et une pancarte indiquait que, dans le cours de l'année 1909, l'Afrique occidentale française a exporté 4 318 000 kg de caoutchouc brut. Ce caoutchouc naturel provient, pour la presque totalité, de végétaux croissant librement en Afrique, principalement de lianes. Toutefois, depuis quelques années, on a tenté avec succès la création et l'exploitation de plantations : au Sénégal, au Soudan et en Guinée, d'importants peuplements d'essences à latex ont été constitués autour des villages, et les semis de lianes gohines ont pris une grande extension dans le Haut-Sénégal et le Niger; en outre, des essences arborescentes telles que l'*Hevea brasiliensis* (qui fournit le para) et le *Funtunia* (qui croît spontanément à la Côte d'Ivoire) ont été importées. Des écoles pratiques ont d'ailleurs été créées pour apprendre aux enfants indigènes la culture et l'exploitation des végétaux producteurs de caoutchouc, et les résultats obtenus jusqu'ici paraissent encourageants [1].

J. Blondin.

[1] A propos de l'analyse du caoutchouc, rappelons qu'une analyse d'un travail de Richard Apt sur ce sujet a été publiée récemment dans ces colonnes (*La Revue électrique*, t. XIII, 15 avril 1910, p. 265).

[1] On trouvera des renseignements plus détaillés sur la production et l'exploitation du caoutchouc dans nos possessions africaines dans deux articles récents : l'un de MM. Ch. Regismanset et G. François, publié dans la *Dépêche coloniale* du 31 octobre; l'autre de M. A. Riester-Picard, paru dans *Le Génie civil*, t. LVIII, 26 nov. et 3 déc., p. 76 et 98



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Vingt-troisième Bulletin bimensuel de 1910.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.
Téléphone : 507-59.

Vingt-troisième Bulletin bimensuel de 1910.

Revision annuelle des listes des adhérents et établissements adhérents.

Les Tableaux servant à préparer les élections des représentants des Sections professionnelles à la Chambre syndicale, devant être dressés dans le courant du mois de janvier, nous prions les établissements adhérents et MM. les membres adhérents en nom personnel, qui auraient des modifications à apporter à leur inscription, de bien vouloir en informer le Secrétariat avant la fin du mois de décembre.

Nous attirons également l'attention des Électriciens qui désireraient faire partie du Syndicat sur l'intérêt qu'ils ont à envoyer de suite leur demande, de façon qu'elle soit présentée à la séance de janvier de la Chambre syndicale et qu'ils puissent être inscrits sur les listes établies pour 1911.

Liste des récompenses obtenues par les membres du Syndicat à l'Exposition universelle et internationale de Bruxelles (1910).

Nous reproduisons ci-après la liste des récompenses obtenues par les membres de notre Syndicat, extraite du palmarès qui nous a été transmis par M. E. Sartiaux, Président du Groupe V. Cette liste a été communiquée à la Chambre syndicale au cours de sa séance du 8 *novembre* 1910.

GROUPE V.

CLASSE 23.

Production et utilisation mécaniques de l'électricité.

Liste des exposants qui, par application de l'article 4 du règlement du jury, sont mis hors concours en leur qualité de juré :

Société Alsacienne de Constructions mécaniques, à Belfort.
Société Gramme (Émile Javaux, administrateur-délégué), à Paris.
Vedovelli, Priestley et Cie, à Paris.

Diplômes de grand prix.

Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est.
Compagnie générale électrique, à Nancy.
Hillairet-Huguet, à Paris.
La Canalisation électrique, à Saint-Maurice (Seine).
Société française des câbles électriques, système Berthoud, Borel et Cie, à Lyon.

Diplômes d'honneur.

Bénard (Joseph) (Maison Barbier, Bénard et Turenne), à Paris.
Debauge et Cie, à Paris.
Neu (Lucien), à Paris.
Société des Ateliers électriques de Saint-Ouen, à Saint-Ouen.

Diplôme de médaille d'or.

Roche-Grandjean, à Paris.

CLASSE 24.

Electro-Chimie.

Liste des exposants qui, par application de l'article 4 du règlement du jury, sont mis hors concours en leur qualité de juré :

Société pour le travail électrique des métaux, à Paris.
Vedovelli, Priestley et Cie, à Paris.
Société d'Électrométallurgie de Dives, à Paris.

Diplômes de grand prix.

Compagnie française de charbons pour l'électricité, à Nanterre.
Leclanché et Cie, à Paris.
Société des procédés Gin pour la métallurgie électrique, à Paris.

Diplôme d'honneur.

Société des accumulateurs Heinz, à Levallois-Perret.

CLASSE 25.

Eclairage électrique.

Liste des exposants qui, par application de l'article 4 du règlement du jury, sont mis hors concours en leur qualité de juré :



Cance fils et Cie, à Paris.
Compagnie française des perles électriques, à Paris.
Roux (Gaston), à Paris.
Société Gramme, à Paris.

Diplômes de grand prix.

Appareillage électrique Grivolas, à Paris.
Bardon (L.), à Clichy (Seine).
Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force, à Paris.
Guinier (Édouard), à Paris.
Turenne (Paul) (Maison Barbier, Bénard et Turenne), à Paris,

Diplôme d'honneur.

Véry (Hector), à Paris.

CLASSE 26.

Télégraphie et téléphonie.

Liste des exposants qui, par application de l'article 4 du règlement du jury, sont mis hors concours en leur qualité de juré.

Gaiffe (G.), à Paris.
Mildé (Ch.) et fils et Cie, à Paris.

Diplômes de grand prix.

Carpentier (Jules), à Paris.
Société de matériel téléphonique Aboilard et Cie, à Paris.
Société industrielle des Téléphones, à Paris.

Diplômes d'honneur.

Charbonneaux et Cie, à Reims.
Verrerie de Folembray, à Folembray (Aisne).

Diplômes de médaille d'or.

Ancel (Louis), à Paris.
Darras (ateliers Deschiens), à Paris.
Ducretet (F.) et Roger (E.), à Paris.

Diplôme de médaille d'argent.

Hamm (L.) et Cie, à Paris.

Diplôme de médaille de bronze.

Delafon (Philippe), à Paris.

CLASSE 27.

Applications diverses de l'électricité.

Liste des exposants qui, par application de l'article 4 du règlement du jury, sont mis hors concours en leur qualité de juré.

Gaiffe (A.); Gaiffe (G.), successeur, à Paris.

Diplômes de grand prix.

Carpentier (Jules), à Paris.
Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, à Paris.
Ducretet (F.) et Roger (E.), à Paris.
Radiguet et Massiot (G. Massiot, successeur), à Paris.
Richard (J.) (successeur de Richard frères), à Paris.
Société d'électricité Mors, à Paris.

Diplôme d'honneur.

Société d'électricité Nilmelior, à Paris.

Diplômes de médaille d'or.

Compagnie F. A. C., à Paris.
Société française des câbles électriques, système Berthoud, Borel et Cie, à Lyon.

Diplôme de médaille d'argent.

Ancel (Louis), à Paris.

Exposant du Groupe V ayant été reporté pour ses récompenses dans une autre classe.

GROUPE I.

CLASSE 6.

Diplôme d'honneur.

École pratique d'Électricité (M. Charliat), à Paris.

Service de placement.

Nous attirons l'attention sur notre *service de placement* organisé depuis plusieurs années au Secrétariat et qui prend chaque jour une extension plus grande.

MM. les industriels adhérents au Syndicat ont donc intérêt à nous signaler les emplois vacants, afin que nous leur facilitions la recherche du personnel qui leur est nécessaire.

MM. les ingénieurs, employés, contremaîtres et ouvriers à la recherche d'une situation trouveront, de leur côté, plus facilement un emploi en se faisant inscrire. Cette inscription se fait gratuitement, sur présentation de références sérieuses.

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris ;
15° Imprimés préparés pour *demandes* de *concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère du Commerce et de l'Industrie. — Arrêté nommant des rapporteurs techniques près le Comité consultatif des Arts et Manufactures, p 406.

Ministère des Finances. — Direction générale des Douanes. — Classement des marchandises non dénommées au tarif d'entrée (art. 16 de la loi du 28 avril 1816), p. 437.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Arrêté nommant un secrétaire adjoint rapporteur de la Commission des distributions d'énergie électrique, p. 437.

Préfecture de la Seine. — Arrêté préfectoral relatif à la publication des rôles des droits d'épreuve ou de vérification des appareils à vapeur et des récipients de gaz comprimés ou liquéfiés pour le deuxième trimestre de l'année 1910, p. 438.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, p. 439. — Turquie : Régime des concessions d'études de travaux publics, p. 439. — Tableau des cours du cuivre, p. 439.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

VINGT-TROISIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1910.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 29 novembre 1910.

Présents : MM. Brylinski, président; Eschwège, président désigné; Tainturier, vice-président; Fontaine, secrétaire général; Brachet, Javal, Legouez, Sée, de Tavernier.

Absents excusés : MM. Beauvois-Devaux, trésorier; Chaussenot, secrétaire adjoint; Bizet, Mondon, Tricoche.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

NÉCROLOGIE. — M. le Président a le regret de faire part à la Chambre syndicale des décès de M. Edmond Rodier, membre honoraire du Syndicat; de M. Gabriel Perriolat, membre actif du Syndicat; du Dr Louis Krantz, fils de M. Camille Krantz, membre actif du Syndicat; de Mme Rieunier, fille de M. Frénoy, président du Comité consultatif. Les condoléances de la Chambre syndicale ont été exprimées aux familles de nos collègues.

CORRESPONDANCE ET TRAVAUX INTÉRIEURS. — Il est rendu compte de la correspondance relative aux statistiques à fournir à l'État, au cahier des charges type, aux frais de contrôle, aux limiteurs de courant, etc.

M. le Secrétaire rappelle qu'il a été saisi par un adhérent d'une demande de sollicitation de concours officieux des membres du Comité permanent d'Électricité appartenant à notre Chambre syndicale ou aux groupements affiliés à l'Union, de manière que l'enquête poursuivie dans son usine à fin de dérogation à l'arrêté du 21 mars 1910 soit rapidement terminée et ne dépasse pas comme portée les limites admises en semblable occurrence.

Des adhésions ont été sollicitées et obtenues.

Le service du placement fait ressortir 12 offres nouvelles, 31 demandes anciennes ou nouvelles et 3 placements indiqués comme réalisés, indépendamment de ceux qui ne sont pas portés à la connaissance du Syndicat.

ADMISSIONS. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des adhésions et proposer les admissions.

(Voir cette liste dans *La Revue électrique*.)

TRAVAUX DES COMMISSIONS. — En s'excusant de ne pas assister à la séance, M. Bizet insiste pour que la question du fonctionnement des usines d'énergie électrique en cas de mobilisation soit soumise le plus rapidement aux travaux des Commissions compétentes. Il en est ainsi ordonné (Commission d'étude des questions nouvelles et Commission d'exploitation administrative et commerciale).

COMMISSION TECHNIQUE. — A la suite de la proposition faite au nom de la Commission technique, M. Brylinski demande à la Chambre syndicale de nommer M. David secrétaire du Comité électrotechnique français, et M. Roland d'Estape, administrateur délégué de la Compagnie du Gaz et de l'Électricité de Marseille, comme membres de la Commission technique. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

PROPOSITION CHAUTEMPS SUR LA LÉGISLATION DES ÉTABLISSEMENTS DANGEREUX, INSALUBRES OU INCOMMODES. — M. le Secrétaire donne lecture de la lettre du 12 novembre du Syndicat professionnel des Industries électriques relatives à cette question. Il rappelle que la Chambre syndicale est également saisie dans le même ordre d'idées par l'Union des Industries métallurgiques et minières.

La Chambre syndicale demande que cette question soit inscrite à l'ordre du jour de l'Union des Syndicats de l'Électricité dans sa plus prochaine séance.

PROJET DE LOI SUR LES FORCES HYDRAULIQUES ÉTABLIES SUR LES COURS D'EAU ET CANAUX DU DOMAINE PUBLIC. — Dans sa séance du 22 novembre 1910, le Sénat a ordonné le retrait de l'ordre du jour de ce projet de loi.

DOCUMENTS OFFICIELS. — Il est donné connaissance de la circulaire du Ministre du Travail du 18 juin 1910 concernant le payement des salaires.

Les arrêtés du 29 octobre de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes relatifs aux compteurs, approuvant différents types de compteurs électriques sont soumis à la Chambre syndicale; ils ont paru dans l'*Officiel* du 30 octobre 1910.

L'*Officiel* du 14 novembre contient la nomination de M. Fontaneilles, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, comme directeur des chemins de fer au Ministère des Travaux publics.

L'*Officiel* du 15 novembre contient un décret de M. le Président de la République relatif à la convention du 3 juillet 1909 entre la France et la Grande-Bretagne, ratifiée définitivement le 13 octobre 1910 et relative aux accidents du travail.

Les projets de lois suivants ont également été insérés aux Annexes du *Journal officiel* depuis la dernière séance.

Projet de loi adopté par le Sénat portant codification des lois ouvrières (Livre premier du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), présenté par M. René Viviani (Ch. des Dép. 27 juin 1910). Projet de loi tendant à réduire à dix heures la durée normale du travail des ouvriers adultes dans les établissements industriels,



présenté par M. René Viviani (Ch. des Dép., 7 juillet 1910). Proposition de loi ayant pour objet de modifier les lois des 9 avril 1898, 22 mars 1902, 31 mars 1905 et 17 avril 1906, sur les accidents du travail, présentée par MM. Émile Basly, Briquet et collègues, députés (Ch. des Dép., 7 juillet 1910). Projet de loi relatif aux conventions collectives du travail, présenté par M. Louis Barthou et par M. René Viviani (Ch. des Dép., 11 juillet 1910). Proposition de loi tendant à modifier les articles 32, 33 et 34 de la loi du 27 mars 1907 sur les conseils de prud'hommes, présentée par M. Paul Strauss, sénateur (Ch. des Dép., 7 juillet 1910). Projet de loi portant modification des articles 5, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 18, 23, 24, 25, 29, 62 et 71 de la loi du 27 mars 1907, relative aux conseils de prud'hommes et suppression de l'article 63 de la même loi, présenté par M. Louis Barthou et par M. René Viviani (Sénat, 11 juillet 1910). Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, portant codification des lois ouvrières (Livres I, II, III, IV et V du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), et le projet de loi portant codification des lois ouvrières (Livre VI du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), par M. Paul Strauss, sénateur (Sénat, 28 octobre 1909). Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission chargée d'examiner la proposition de loi de M. Émile Chautemps, tendant à la revision de la législation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, par M. Émile Chautemps, sénateur (Sénat, 9 décembre 1909).

Réponse au questionnaire sur le projet de loi sur l'enseignement technique. — Il est donné connaissance de cette réponse telle qu'elle a été rédigée par MM. Sée et Tainturier et transmise aux Pouvoirs publics.

Enquête sur le nombre d'ouvriers des usines électriques du département de la Seine. — La Chambre syndicale demande au Secrétariat d'envoyer une nouvelle circulaire de façon à obtenir une statistique plus complète.

Observations sur les règlements de l'Union. — M. Brylinski rend compte à la Chambre syndicale des observations faites dans la dernière séance du 9 novembre 1910 de la Société internationale des Électriciens par M. Boucherot, qui a critiqué la rédaction des Instructions de l'Union des Syndicats relativement à la réception des machines et transformateurs. S'il est intéressant d'admettre certaines légères modifications indiquées par M. Boucherot, M. le Président indique que pour le surplus ces critiques ne semblent point fondées. Il a saisi M. Guillain, président de l'Union, d'une lettre relative à cette question, et dont il est donné lecture.

Divers adhérents des Syndicats affiliés à l'Union ont demandé s'il ne serait pas possible d'instituer une Commission permanente destinée à faire profiter la rédaction des règlements de l'Union des observations utiles qui seraient faites à cet égard, au fur et à mesure que l'application en démontrerait la nécessité.

Tout en reconnaissant l'utilité de cette Commission permanente, la Chambre syndicale croit qu'on irait contre le but d'une saine et bonne réglementation facile à appliquer si elle était variable d'une façon continue, soit même par intervalles trop rapprochés. Pour rendre l'application facile, il est intéressant de n'introduire des modifications que le moins souvent possible.

Comité électrotechnique français. — M. le Secrétaire donne connaissance de la lettre qui a été adressée par ce Comité le 23 novembre informant la Chambre syndicale que MM. Eschwège et Fontaine ont été désignés par le sort comme sortants cette année du Comité; ils doivent être remplacés par les soins du Syndicat dont ils sont mandataires, ces Messieurs étant d'ailleurs rééligibles.

A la suite de cette communication, M. le Président demande à la Chambre syndicale de désigner MM. Eschwège et Fontaine comme membres du Comité électrotechnique français. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Affiches illustrées sur les premiers soins a donner aux foudroyés. — A la suite de la demande faite par la Compagnie électrique de la Loire, le Syndicat fera une enquête sur la possibilité de se procurer ces affiches illustrées. Il est indiqué que certaines d'entre elles vont être rééditées par les soins du Ministère.

« Revue électrique ». — M. le Secrétaire soumet à la Chambre syndicale le projet de couverture de *La Revue électrique*; la Chambre syndicale donne son approbation, sauf différentes observations que le Secrétariat transmettra à l'éditeur.

Bibliographie. — M. le Secrétaire général dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les notes suivantes : compte rendu de l'assemblée générale ordinaire du 5 juillet 1910; notice et catalogue sommaire du Musée international à Bruxelles.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 novembre 1910.

Membre actif.

M.

Mauvernay (Pierre), Directeur à Lyon de la Société Grenobloise de Force et Lumière, 3, rue Président-Carnot, Lyon (Rhône), présenté par MM. Godinet et Pison.

Membre correspondant.

M.

Denis (Omer), Électricien, à la Compagnie générale d'Électricité de Creil, Creil (Oise), présenté par MM. Brylinsky et E. Fontaine.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Sur les réactions de l'accumulateur fer-nickel électrode fer (suite) (1).

La deuxième phase. — Pour déterminer la composition de la matière active déchargée après les phases I et II, on a utilisé, pour les essais 19 à 21, une matière active composée de 83,3 pour 100 de fer B et de 16,7 pour 100 de graphite. Pour les essais 22 à 25, la matière renfermait 80 pour 100 de fer B et 20 pour 100 de graphite. Après charge à fond, on déchargeait à 0,07 ampère, jusqu'à épuisement de la matière, sauf pour l'essai 25, où la décharge a été arrêtée à 0,985 volt aux bornes, soit à $\varepsilon_h = -0{,}55$ volt. Les résultats obtenus sont exprimés dans le Tableau suivant :

N° de l'essai.	Matière employée en grammes.	Cuivre séparé en grammes dans le voltamètre.		Teneur en fer dans la matière déchargée.			Fer métallique en grammes.			Fer disparu en gramme.		Capacité de la phase II en amp.-heures.	
		1re phase.	2e phase.	à l'état métallique.	à l'état d'oxydule.	à l'état d'oxyde.	dans l'électrode chargée.	après la phase I.	après la phase II.	Pendant la phase I.	Pendant la phase II.	d'après le voltamètre.	calculée d'après Fe → Fe···
19	3,89	0,9473	1,1312	40,4 / 40,1 } 40,2	»	»	2,609	1,870	1,156	0,739	0,714	0,95	1,03
20	3,55	0,8477	1,0183	40,4 / 42,6 } 41,5	»	»	2,384	1,708	1,091	0,676	0,617	0,86	0,89
21	3,45	0,8359	1,0248	42,2	»	»	2,319	1,662	1,079	0,657	0,583	0,86	0,84
22	4,26	1,0088	1,2859	42,9	»	»	2,745	1,967	1,298	0,778	0,669	1,08	0,96
23	3,98	0,9890	1,3175	39,6 / 39,0 } 39,3	17,0 / 15,4 } 16,2	43,4 / 45,6 } 44,5	2,888	2,070	1,251	0,818	0,819	1,11	1,18
24	3,70	0,8882	1,0472	43,1	16,9	40,0	2,384	1,708	1,133	0,676	0,575	0,88	0,83
25	3,77	0,8882	0,8800	47,9 / 48,8 } 48,3	18,5 / 15,7 } 17,1	33,6 / 35,5 } 34,5	2,433	1,743	1,295	0,690	0,448	0,74	0,65

Après la charge, la matière renferme en moyenne 90,7 pour 100 de fer métallique; après la première phase, il en reste en moyenne 65,0 pour 100. Les essais montrent ici qu'après la deuxième phase il reste 39 à 43 pour 100 de fer métallique. A la fin de la première phase, on trouve à l'état d'oxydule 22 pour 100 du fer et à l'état d'oxyde 12 pour 100 du fer. On voit ici qu'après la deuxième phase, il y a un peu moins de fer à l'état d'oxydule mais beaucoup plus à l'état d'oxyde. Pendant cette deuxième phase, du fer métallique passe donc à l'état d'oxyde en même temps qu'un peu d'oxydule se transforme aussi en oxyde, et ceci se passe même pendant la première partie de la seconde phase ainsi que l'apprend l'essai 25.

Pour calculer la capacité théorique, on a supposé, dans la dernière colonne du Tableau précédent, qu'après la phase I la teneur en fer métallique a baissé à 65 pour 100, et l'on a admis que le fer métallique disparu pendant la deuxième phase passait à l'état d'ions trivalents. En exceptant les essais 19, 20 et 23, on voit que la capacité ainsi calculée est un peu plus faible que la capacité trouvée ce qui s'explique par la transformation d'une partie de l'oxydule en oxyde.

Les essais 3 et 6 ont montré qu'après décharge complète, à la recharge suivante, pendant un temps assez long, il n'y a pas dégagement d'hydrogène, le potentiel se maintenant entre $-0{,}87$ à $-0{,}89$ volt, c'est-à-dire un peu plus cathodique que le potentiel du fer dans l'électrolyte. Comme cette action ne se produit que lorsque l'électrode a subi la deuxième phase de décharge il y a donc réduction de l'oxyde de fer en fer métallique. Le Tableau précédent a montré qu'après décharge complète, la teneur en fer de la matière est de 39 à 43 pour 100. Dans l'essai 6, après charge jusqu'au dégagement d'hydrogène, cette teneur n'était remontée qu'à 51 pour 100, tandis qu'on a vu qu'avant la deuxième phase de décharge cette teneur est d'environ 65 pour 100. Ce fait s'accorde avec les quantités d'électricité : 0,36 ampère-heure pendant la charge jusqu'au dégagement d'hydrogène, au lieu de 0,97 ampère-heure débité pendant la deuxième phase de décharge.

Pour suivre la charge de l'oxyde de fer, on a fabriqué des électrodes avec cet oxyde comme matière active; mais si l'on part du colcothar ou de l'oxyde des battitures, la capacité atteinte après polarisation cathodique est excessivement faible; elle n'augmente que par

(1) F. Foerster et V. Hérold, *Zeitschrift fur Elektrochemie*, t. XVI, 1er juillet 1910, p. 461. Le début de cette analyse a été publié dans le numéro du 3 octobre, p. 290, de *La Revue électrique*.



la formation consistant en charges et décharges successives. Pour cette raison, on a préféré partir ici de l'oxyde de fer finement divisé obtenu par l'oxalate de fer fraîchement précipité, bien lavé et grillé avec précaution. La matière renfermait 70 pour 100 de cet oxyde Fe^2O^3, 20 pour 100 de graphite et 10 pour 100 d'oxyde de mercure fraîchement précipité et séché. Le mercure qui est produit pendant la réduction augmente la conductibilité. Pendant la polarisation cathodique d'une telle électrode, on trouve une première partie sans dégagement d'hydrogène.

Dans l'essai 26, on a pris deux électrodes ainsi fabriquées. L'électrode I renfermait 3,72 g et l'électrode II, 3,52 g de la matière ci-dessus. On chargeait à 0,07 ampère entre deux électrodes peroxyde de nickel.

Au début, la tension aux bornes reste très basse, 0,5 à 0,6 volt et la tension cathodique, à + 0,02 à + 0,03 volt, par suite de la réduction de l'oxyde de mercure. Après 47 minutes, la tension commençait à monter rapidement. En 10 minutes, elle atteignait 1,05 à 1,10 aux bornes et — 0,47 à — 0,51 à la cathode. Cette première partie correspondait à 4,3 ampères-minutes.

En poursuivant la charge, on obtenait alors les valeurs consignées dans le Tableau suivant :

TEMPS depuis le début de la charge en minutes.	AMPÈRES-MINUTES chargés.	ÉLECTRODE I.		ÉLECTRODE II.	
		Tension aux bornes en volt.	Tension cathodique ε_h en volt.	Tension aux bornes en volt.	Tension cathodique ε_h en volt.
2	0,14	1,02	»	1,10	»
3	0,21	1,13	»	1,17	»
5	0,35	1,24	»	1,24	»
8	0,56	1,28	—0,633	1,29	—0,625
11	0,77	1,31	—0,665	1,31	—0,665
16	1,1	1,36	»	1,37	»
29	2,0	1,42	»	1,43	»
34	2,4	1,46	—0,818	1,47	—0,837
46	3,2	1,52	—0,880	1,52	—0,880
56	3,9	1,55	—0,893	1,54	—0,897
67	4,7	1,56	—0,900	1,545	—0,901
90	6,3	1,56	»	1,55	—0,903
180	12,6	1,56	—0,902	1,545	—0,901
242	16,9	1,56	—0,903	1,545	—0,903
263	18,4	1,56	—0,905	1,555	—0,906
282	19,7	1,57	—0,911	1,56	—0,920
300	21,0	1,58	—0,927	1,58	—0,938

La charge était alors interrompue, d'autres essais (1, 2 et 6) ayant montré que les premières bulles d'hydrogène apparaissent au plus tôt à $\varepsilon_h = -0,94$ volt. D'après le voltamètre, cette charge était de 20,94 ampères-minutes. L'électrode II était analysée, tandis que l'électrode I déchargée à 0,07 ampère donnait les résultats contenus dans le Tableau ci-après.

A l'analyse, on trouvait :

	Fer pour 100.	
	Après la charge.	Après la décharge.
A l'état de fer métallique....	8,3	2,0
— d'oxydule..........	15,1	12,1
— d'oxyde............	76,6	85,9

TEMPS depuis le début de la décharge en minutes.	AMPÈRES-MINUTES débités.	TENSION aux bornes, en volts.	ε_h, en volts.
2	0,14	1,46	—0,860
6	0,42	1,24	—0,661
18	1,36	1,22	—0,640
23	1,6	1,18	—0,638
35	2,5	1,17	—0,644
91	6,4	1,12	—0,651
107	7,5	1,11	—0,640
125	8,7	1,07	—0,607
142	9,9	0,92	—0,437
147	10,3	0,78	—0,301
149	10,4	0,64	»

Ces essais montrent que la réduction d'une électrode ne renfermant que de l'oxyde a lieu, pendant la plus grande partie de la charge sans dégagement d'hydrogène, à un potentiel plus cathodique que celui du fer dans la potasse utilisée. La réduction va jusqu'au fer métallique, mais il existe aussi de l'oxydule. Pendant la décharge d'une telle électrode, on a au début le potentiel de la première phase; mais après quelques minutes, la décharge se fait suivant la deuxième phase pendant que le fer ainsi qu'une partie de l'oxydule se transforment en oxyde.

L'électrode à oxyde, chargée seulement jusqu'au dégagement d'hydrogène puis déchargée, se comporte donc de la même manière qu'une électrode fer qui a été déchargée jusqu'après la deuxième phase. Il est donc bien confirmé que l'oxyde de fer est le produit de la deuxième phase.

Les essais précédents montrent que la charge qui suit la deuxième phase n'est réversible qu'en ce qui concerne les produits et non pour les potentiels. Au début seulement la réduction de l'oxyde de fer est réversible, et l'on a comme potentiel — 0,62 à — 0,66 volt, ce qui exclut la possibilité de la formation de fer métallique. C'est donc l'oxydule qui se forme comme premier produit de réduction. Cet oxydule se réduit ensuite en fer métallique avec augmentation du potentiel.

Comme l'a montré l'essai 26, le dégagement d'hydrogène pendant la réduction de l'oxydule se produit alors que la plus grande partie de l'oxyde n'a pas varié. L'oxydule se recouvre, en effet, de fer réduit, par réduction et l'hydrogène se dégage à partir de ce moment. La réduction de l'oxyde de fer qui se fait facilement au début ne tarde pas à s'arrêter.

On comprend d'après cela qu'on ne puisse partir de l'oxyde de fer du commerce pour fabriquer les négatives et les réduire ensuite par le courant. Il faut faire cette réduction en dehors de l'élément en utilisant l'hydrogène gazeux à haute température. La poudre obtenue est conservée dans l'eau de façon à la mettre à l'abri de l'air. Mais il n'y a pas d'inconvénient à ce qu'elle s'oxyde tant que l'oxydation reste superficielle. Chaque particule est en effet, dans ce cas, composée d'un noyau de fer recouvert d'une couche d'oxyde. Après la réduction électrolytique, ces particules redeviennent actives,

tandis qu'en partant de particules d'oxyde, il reste toujours un noyau d'oxyde, l'enveloppe seule devenant active.

La difficulté de réduire électrolytiquement l'oxyde de fer en fer métallique explique qu'une électrode fer, qui a été déchargée complètement, perd de sa capacité. Aussi doit-on éviter la deuxième phase de décharge pour cette électrode en choisissant convenablement la capacité de l'électrode en peroxyde de nickel.

C'est pour la même raison que des électrodes fer, qui sont restées longtemps à l'air ou inutilisées dans la potasse, perdent de leur capacité.

Pour déterminer si la deuxième phase de décharge est bien due à l'hydroxyde ferreux, les auteurs ont recherché le potentiel de cet oxyde. Ils prenaient des cuvettes en feuille de platine perforée, ils y comprimaient du graphite en flocons, puis ils les plongeaient dans une solution de sulfate ferreux trinormale exempte de sulfate ferrique. En plongeant ensuite dans 150 cm³ de potasse, 2,85 fois normale, toujours à l'abri de l'air, on obtenait après 8 heures $\varepsilon_h = -0,740$ volt; 11 heures plus tard $\varepsilon_h = -0,738$ volt. Ces valeurs s'accordent avec celles de Faust, qui obtenait 0,52 à 0,53 volt avec une électrode de zinc. Le potentiel de l'hydroxyde ferreux est ainsi plus positif d'au moins 0,1 volt que celui du fer.

La deuxième phase de décharge ne peut donc pas être attribuée, comme le croit Faust, au passage du fer à l'état d'ions ferriques. C'est l'hydroxyde ferreux qu'on doit alors considérer comme substance active au point de vue de la force électromotrice.

Si l'on décharge une électrode préparée comme ci-dessus avec l'hydroxyde ferreux, mais dans des poches en tôle d'acier, on trouve les valeurs suivantes en présence de positives en peroxyde de nickel (essai 27) :

Temps depuis le début de la décharge, en minutes.	Tension aux bornes en volt.	Potentiel de l'électrode Fe (OH)² ε_h en volt.
1	1,16	»
2	1,135	—0,630
4	1,10	—0,595
5	1,09	»
7	1,07	—0,554
11	1,00	—0,484
12	0,97	»
18	0,72	»

Si la capacité donnée est très faible, le potentiel est le même qu'à la fin de la deuxième phase.

Pendant cette partie de la décharge, c'est donc l'hydroxyde ferreux qui est actif; mais les ions ferriques qu'il envoie en solution réagissent sur le fer d'après l'équation

$$2\,\mathrm{Fe}^{+++} + \mathrm{Fe} \rightarrow 3\,\mathrm{Fe}^{++}$$

et il se reforme de nouveaux ions ferreux qui agissent à leur tour. Ainsi s'explique la disparition de fer métallique pendant la deuxième phase.

On comprend ainsi l'allure des courbes des figures 2 et 3 pour le passage de la première à la seconde phase. L'essai 1 (voir *fig.* 1) a montré qu'après la première phase de décharge du fer A à faible intensité, il y a une baisse rapide de potentiel; celui-ci remonte ensuite au début de la seconde phase. Ceci se produit avec le fer A fraîchement utilisé aussi bien qu'après un certain nombre de charges et décharges.

Par contre, avec le fer B fraîchement utilisé, on a vu (*fig.* 3) qu'il n'y a pas de point de rebroussement. Cependant, si l'on recharge cette électrode sans excès de courant et qu'on la décharge à nouveau, on obtient ce point de rebroussement ainsi que le montrent les figures 4 et 5. Ces essais étaient effectués en partant de deux éléments, dont les électrodes négatives renfermaient chacune 3,9 g de matière composée de 80 pour 100 de fer B et de 20 pour 100 de graphite. On formait à fond, puis on déchargeait à 0,1 ampère jusqu'au commencement de la deuxième phase. On rechargeait 1,5 à 2 fois la quantité d'électricité fournie, on déchargeait à nouveau et ainsi de suite pendant 5 décharges. On faisait ensuite une charge de 36 heures à 0,2 ampère, et l'on effectuait six nouvelles décharges et charges, comme précédemment. Enfin, on chargeait 48 heures à 0,2 ampère, et

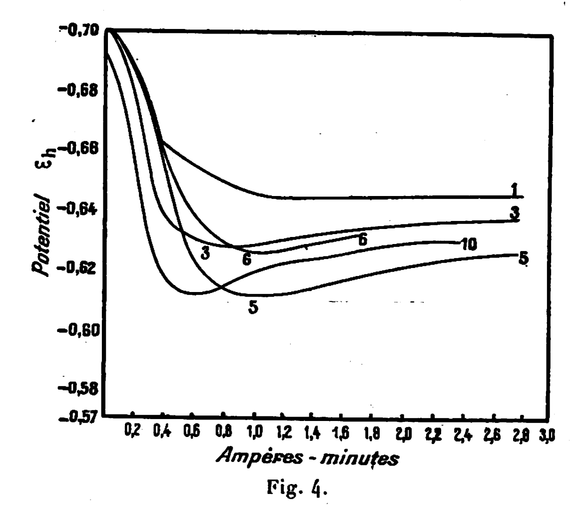


Fig. 4.

l'on faisait encore trois charges et décharges, ces dernières toujours à 0,1 ampère.

Dans les figures 4 et 5, les numéros des courbes

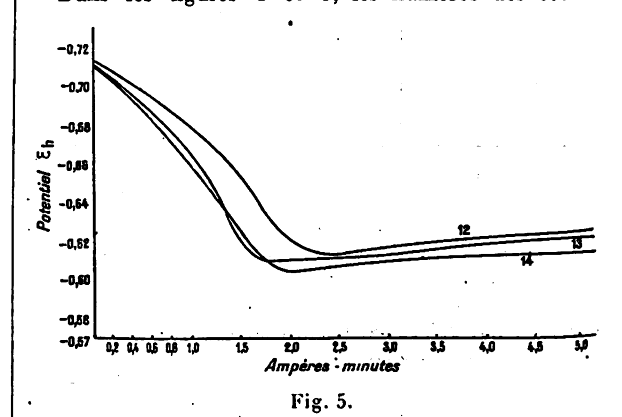


Fig. 5.

correspondent aux numéros des décharges. On a pris comme origine le point où le potentiel cathodique atteint

— 0,70 volt. Toutes ces courbes proviennent du même élément, l'autre donnant les mêmes résultats. On reconnaît, d'après les courbes 1, 6 et 12, qu'une forte surcharge du fer atténue le rebroussement tandis qu'un fonctionnement continuel avec de faibles surcharges l'accentue. Lorsque, dans ces mêmes conditions, on augmente à 0,2 et 0,3 ampère l'intensité de décharge, le rebroussement disparaît.

Il faut remarquer que la fabrication des électrodes se faisait à une pression relativement faible. Peut-être faut-il attribuer à la grande compression ce fait que Faust n'a pas observé le phénomène avec les électrodes Jungner.

Ce phénomène s'explique de la façon suivante : après la première phase, l'activité étant donnée par l'hydroxyde ferreux, le potentiel baisse rapidement à la valeur qui correspond à ce corps. L'action de l'oxyde ferrique produit sur le fer fournit de nouveaux ions ferreux. La concentration de ces ions augmentant, le potentiel remonte aussi jusqu'à une valeur qui dépend de la vitesse de consommation de ces ions et de leur vitesse de production. Le fer étant peu à peu consommé et son contact avec les ions ferriques rendu plus difficile, la concentration des ions ferreux diminue, et avec elle le potentiel.

Mais si le fer ne termine que lentement sa phase I de décharge pour passer à la phase II, la concentration des ions ferreux reste constamment élevée et le phénomène ne se produit pas. C'est ce qui arrive avec le fer très finement divisé. Le fer A, plus grossier, devient bien plus rapidement passif à la fin de la première phase.

Le fer finement divisé et renfermant de l'oxyde tel qu'il a été produit ci-dessus avec une faible compression et aussi une surcharge modérée se rapproche du fer A pour la vitesse de la fin de la première phase de décharge. Lorsque l'intensité de décharge augmente, la consommation des ions ferreux est trop rapide pour qu'il puisse se produire une augmentation de leur concentration.

Le Dr Rank a recherché l'influence de la température sur la décharge des électrodes fer. Comme les électrodes en peroxyde de nickel ne se chargent qu'incomplètement en solution chaude, les électrodes fer fabriquées avec du fer A étaient montées ici dans la potasse 2,85 fois normale, entre deux tôles de fer. Ces électrodes étaient rendues actives par une courte polarisation cathodique, puis déchargées par polarisation anodique à 0,07 ampère aux températures de 50° C. et 75° C.

Dans l'essai 28, on employait 3,90 g de fer A. Après la polarisation cathodique le potentiel au repos était $\varepsilon_h = -0{,}878$ volt. La décharge à 0,07 ampère effectuée à 50° C. donna 97,3 ampères-minutes.

Dans l'essai 29, on a employé 4,41 g de fer A. On avait $\varepsilon_h = -0{,}87$ volt à circuit ouvert après polarisation cathodique. La décharge à 0,07 ampère et à 75° C. a donné 157,5 ampères-minutes.

Les courbes de la figure 6 montrent le résultat de ces essais. On y a reporté, pour la comparaison, l'essai 1 qui a été effectué à 20° avec une quantité de fer égale à 4,1 g.

L'influence de la température est considérable. A la température de 75° C. on trouve que 79,5 pour 100 du fer sont utilisés en supposant que celui-ci passe à l'état d'ions ferreux. Le potentiel pendant la décharge reste très voisin du potentiel de repos. Après la première phase, le potentiel tombe moins bas à 50° C. qu'à 20° C.; mais le rebroussement est très accentué. Il disparaît d'ailleurs ici aussi à intensité plus élevée (0,2 ampère).

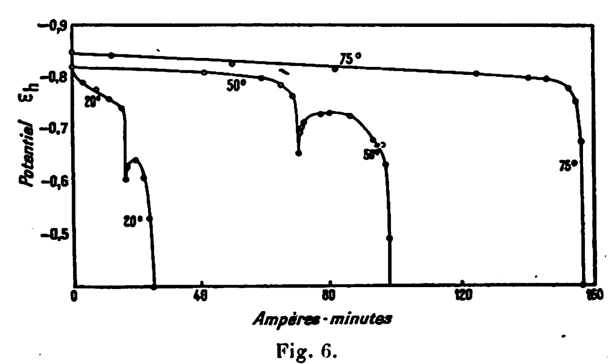


Fig. 6.

Le rapport des capacités entre la phase I et la phase II était, comme on a vu, un peu plus faible que 2,0 à la température de 20° C. Il atteint 2,5 à 50° C. Enfin à 75° C. la phase II ne se remarque plus.

Il est possible qu'à température élevée le fer s'enveloppe si fortement d'hydroxydule que, s'il se forme de l'hydroxyde ferrique extérieurement, celui-ci ne peut plus venir en contact avec le fer, ce qui supprime la deuxième phase.

On peut se représenter l'activité électromotrice du fer en la comparant à la formation de la rouille sur le fer. Dans l'eau exempte d'air, le fer massif envoie des ions ferreux; mais cette action prend bientôt fin, car il ne peut se produire une couche épaisse d'hydroxyde ferreux sur le fer dont le contact avec l'eau cesse ainsi que la charge en hydrogène, qui donne l'activité à ce métal. Mais aussitôt que la couche d'hydroxyde ferreux est détruite, l'action continue. Ceci se produit déjà par le séchage. C'est ainsi que Tilden a pu produire de grandes quantités d'hydroxyde ferreux sur le fer en le soumettant alternativement à des séchages et à des immersions dans une atmosphère exempte d'oxygène. La couche d'hydroxyde ferreux est également détruite par son oxydation en hydroxyde ferrique, car aux points où cette action survient, le fer entre à nouveau en contact avec l'eau et en même temps avec les combinaisons ferriques. La réaction est paresseuse tant que le fer n'est pas chargé d'hydrogène. Mais comme les ions ferriques favorisent la sortie des charges négatives du fer, il est possible que, sans charge d'hydrogène sur le fer, ils accélèrent le passage de celui-ci à l'état d'ions ferreux. On comprend ainsi qu'une fois la rouille commencée celle-ci se continue de plus en plus.

Le fer de l'électrode se différencie du fer massif en ce qu'il est à l'état de poudre. Par la polarisation cathodique, il prend un état de haute activité. Dans cet état, il envoie des ions ferreux dès qu'on lui en offre l'occasion. Étant donné l'état pulvérulent du fer, la croûte d'hydroxydule qui l'entoure n'est pas épaisse. Cette couche augmentant peu à peu d'épaisseur, l'hydrogène qui favorise

une formation rapide des ions ferreux devient rapidement consommé aux points encore libres et son renouvellement par l'action du fer sur l'électrolyte est limité à ces points. La concentration d'hydrogène restant dans le fer et le potentiel baissent donc jusqu'à ce que la vitesse d'ionisation du fer ne puisse plus correspondre à l'intensité de la décharge. La phase I fait alors place complètement ou partiellement à la phase II. Si cette dernière détruit la couche d'hydroxyde ferreux par la formation d'oxyde et découvre le fer, celui-ci redevient actif par la charge d'hydrogène qu'il a conservée ou qu'il peut reprendre, ou aussi par le contact avec les ions ferriques et il envoie en solution des ions ferreux. Quand le fer a réduit tout l'oxyde ferrique qui l'entoure, il peut à nouveau se charger en hydrogène et redonner le potentiel d'équilibre de la phase I.

L'augmentation de température permet à la couche d'hydroxyde ferreux qui enveloppe le fer d'atteindre une épaisseur bien plus considérable qu'à température ordinaire.

Circonstances extérieures qui influent sur la capacité des phases I et II. — Si l'électrode fer renferme de l'oxyde de fer à côté du fer métallique, ces deux corps ne peuvent manquer de réagir entre eux même s'ils sont séparés par une couche d'hydroxyde ferreux. L'oxyde de fer est, en effet, très légèrement soluble et envoie des ions qui diffusent jusqu'au fer et forment l'hydroxyde ferreux.

Si la quantité de fer n'est pas trop petite, et si ce fer possède encore, par suite d'une polarisation antérieure, suffisamment d'hydrogène pour être actif, l'électrode conservera très longtemps le potentiel d'équilibre du fer même en présence d'oxyde de fer, car celui-ci étant très peu soluble n'attaquera le fer que très lentement, et lui laissera toujours le temps de compléter sa charge en hydrogène. C'est ainsi que les essais 5 et 15 ont montré que, même après décharge complète après la deuxième phase, on retrouve au repos sensiblement le potentiel de l'électrode fer non oxydée, tant qu'on évite l'oxydation de l'hydroxyde ferreux en oxyde ferrique (celle-ci survient par polarisation anodique avec dégagement d'oxygène ou en donnant accès à l'air).

Au contraire, une électrode en oxyde de fer chargée jusqu'au dégagement d'hydrogène donne bien au début le potentiel du fer, mais ce potentiel baisse rapidement. C'est que la faible couche de fer produite perd bientôt son hydrogène sous l'influence de l'oxyde qui l'entoure, et s'enveloppe d'une couche de plus en plus épaisse d'hydroxydule. C'est ainsi qu'une électrode en oxyde de fer, semblable à celle de l'essai 25, réduite jusqu'au commencement de dégagement d'hydrogène, donne à circuit ouvert :

1,5 h après interruption du courant....	$\varepsilon_h = -0,873$	volt
2,5 — —	$\varepsilon_h = -0,868$	—
16 — —	$\varepsilon_h = -0,798$	—

Une électrode fer déchargée et renfermant de l'oxyde se comporte pareillement. Plus il y a d'oxyde, plus sur le fer existe déjà de l'hydroxyde ferreux, et plus tôt cette couche devient si épaisse que la phase II survient.

Ainsi s'explique qu'une électrode en oxyde de fer insuffisamment réduite, de même qu'une électrode déchargée après la phase II et insuffisamment rechargée donnent exclusivement la phase II à la décharge suivante (*voir* essai 26). Si l'on pousse un peu plus loin la charge dans ce dernier cas, on obtient la phase I, mais moins importante que si la charge avait été effectuée jusqu'à forte réduction de l'oxydule de fer.

La charge de l'électrode déchargée après la première phase se fait avec un dégagement immédiat d'hydrogène, c'est-à-dire avec rendement limité. Si la charge est insuffisante, la quantité d'hydroxydule ferreux non réduit augmente de plus en plus et la décharge suivant la phase I donne de moins en moins de capacité; finalement la phase II apparaît seule.

Ce phénomène se produisait après un certain temps de fonctionnement de l'ancien type Edison dans lequel l'électrode négative ne renfermait que du fer. Il était obtenu également lorsque l'élément déchargeait à trop haute intensité. Les courbes en trait plein de la figure 7

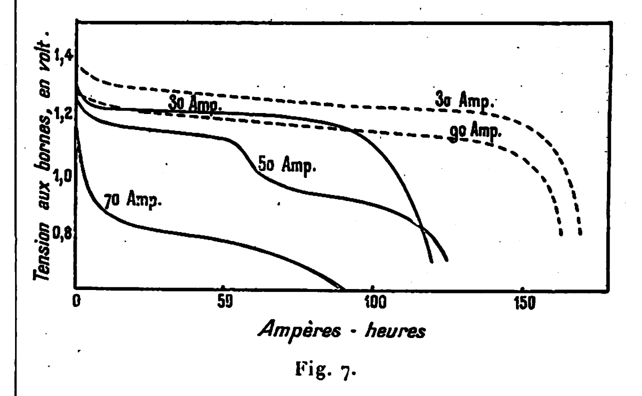


Fig. 7.

montrent les allures des décharges à différents régimes de cet ancien type. Les intensités 30 ampères et 70 ampères correspondaient respectivement à 0,14 et 0,36 ampère par poche. La présence d'hydroxyde ferreux due à une utilisation assez longue faisait qu'à forte intensité le fer était très rapidement enveloppé de cet hydroxyde, ce qui faisait disparaître la phase I. Des électrodes fraîches en fer B déchargées à 0,25 ampère ne présentent pas de variation dans le rapport des capacités des deux phases. Les courbes ponctuées de la figure 7 sont relatives au nouveau type d'Edison dans lequel les électrodes fer renferment un peu de mercure.

On sait depuis longtemps que le contact du fer et d'autres métaux oxydables avec des métaux nobles, comme l'argent ou le cuivre, accélère l'action des matières dissolvantes.

Pour rechercher l'action du mercure, on a préparé ici deux sortes d'électrodes renfermant les unes (*a*) 10 pour 100 de fer A, 70 pour 100 d'oxyde de fer (de l'oxalate ferreux) et 20 pour 100 de graphite; les autres (*b*) 10 pour 100 de fer A, 70 pour 100 d'oxyde de fer, 12 pour 100 de graphite et 8 pour 100 d'oxyde jaune de mercure. On faisait trois électrodes renfermant chacune 3,75 g à 3,93 g de chaque matière. On employait une pression de 250 atmosphères, obtenue à la presse hydraulique. Ces électrodes, montées dans la potasse 2,8 fois normale,

entre électrodes de peroxyde de nickel de capacité considérable, étaient chargées et déchargées. La tension aux bornes donnait, dans ces conditions, l'allure du potentiel cathodique. Les trois éléments de chaque sorte se comportaient d'une manière très voisine. Les courbes de la figure 8 indiquent les résultats comparatifs de

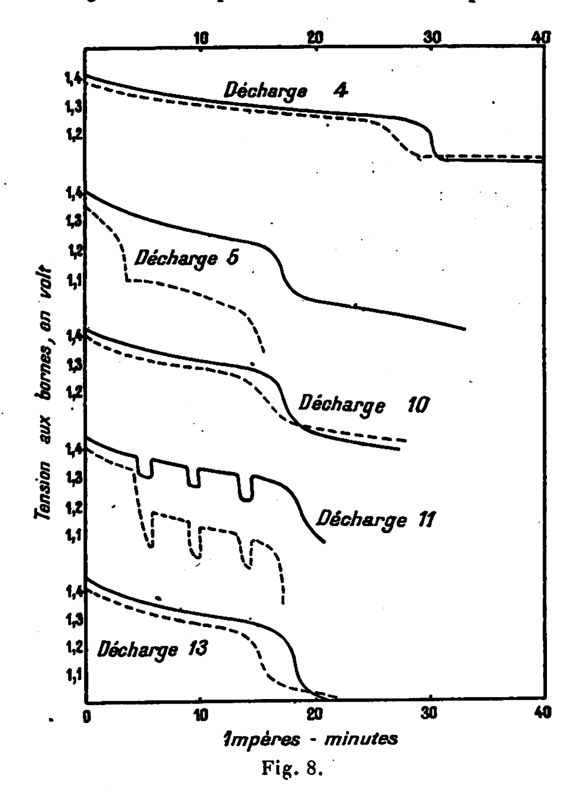


Fig. 8.

deux éléments, l'un (courbes en trait plein) à électrode fer renfermant du mercure, et l'autre (courbes ponctuées) à électrode fer sans mercure.

Les éléments étaient d'abord chargés à 0,1 ampère jusqu'à commencement de dégagement d'hydrogène, ce qui demandait 7 heures (après réduction de l'oxyde de mercure). La décharge à 0,06 ampère ne donnait que la phase II. Aux charges 2 et 3, on poursuivait respectivement 2,5 et 4 heures après commencement de dégagement d'hydrogène. La décharge 2 à 0,06 ampère et la décharge 3 à 0,24 ampère ne donnaient encore que la phase II. La présence du mercure n'empêche donc pas l'influence d'un grand excès d'oxyde de fer.

Pendant la charge 4, on donnait une forte surcharge de 14 heures à 0,2 ampère. La décharge 4 était alors effectuée à 0,06 ampère. Comme on le voit d'après la figure, le mercure agit peu à faible intensité. Il n'en est pas ainsi à forte intensité (décharge 5 à 0,24 ampère), la charge 5 ayant été faite comme la charge 4. En revenant aux faibles décharges, la différence disparaît à nouveau (décharge 10 à 0,06 ampère).

La décharge 11, faite après forte surcharge, est très caractéristique de l'influence du mercure. On passait ici successivement de l'intensité 0,06 ampère à 0,24 ampère et inversement. Avec le mercure, la tension remonte à sa valeur normale après chaque débit à haute intensité. Au contraire, sans mercure, après le premier gros débit, la phase II survient et c'est elle qui se continue ensuite même à faible intensité.

La décharge 13 était enfin effectuée à 0,06 ampère. Comme pendant la décharge 11 l'électrode sans mercure avait déchargé longtemps suivant la phase II, il en est résulté une baisse de capacité qui disparaît peu à peu par les surcharges.

L'addition du mercure permet donc d'augmenter la vitesse de réaction de la phase I.

En charge, la tension reste la même avec les deux électrodes tant que l'hydrogène ne se dégage pas, et cette partie dure le même temps. Le mercure n'a donc pas d'action sur cette phase de charge. Mais dès que l'hydrogène dégage, la tension de l'électrode au mercure se maintient un peu plus élevée (de quelques centièmes de volt). Il ne doit pas se produire ici d'action réductrice particulière due à la surtension de l'hydrogène sur le mercure, car dans les cas où l'on constate ces actions réductrices spéciales, il y a toujours plusieurs dixièmes de volt de différence. Les expériences suivantes le prouvent d'ailleurs.

On monta quatre éléments renfermant chacun une électrode fer entre quatre électrodes peroxyde de nickel (poches positives Edison). Deux des électrodes fer étaient fabriquées avec la matière *a*, les deux autres avec la matière *b*. Il entrait 3,9 g de cette matière: Les éléments étaient chargés à 0,06 ampère jusqu'au commencement du dégagement d'hydrogène qui survenait presque en même temps dans tous les éléments. La décharge faite ensuite à 0,065 ampère donnait sensiblement les mêmes résultats pour tous et ne comportait que la phase II. Après la décharge, poussée peu de temps, on rechargeait à 0,2 ampère pendant 10,75 heures.

Le dégagement d'hydrogène survenait bientôt. Les électrodes sans mercure présentaient d'abord le meilleur rendement (73 pour 100 au lieu de 58 pour 100); mais ce rendement baissait et se rapprochait de celui des électrodes au mercure. Après cette charge de 2,1 ampères-heures, on déchargeait à 0,065 ampère. Tous les éléments déchargeaient 3 à 4 heures après la phase I, en tout 12,5 heures, jusqu'à la tension de 1 volt. A la charge suivante à 0,2 ampère on obtenait les rendements ci-dessous :

PÉRIODE de temps en heures, depuis le début de la charge.	RENDEMENT EN POUR 100.			
	Électrodes fer sans mercure.		Électrodes fer avec mercure.	
	N° 1.	N° 2.	N° 3	N° 4.
0 — 1,5	100	100	100	100
1,5 — 2,5	96	95	92	92
2,5 — 3,5	88	86	78	77
3,5 — 4,33	74	73	67	65
6,5 — 7,0	30	33	53	49
8 — 8,25	23	24	»	37
9,83—10,33	16	16	23	21
13 —13,5	9,5	9,5	10	10



Les deux courbes supérieures de la figure 9 indiquent a moyenne de ces déterminations. La courbe en trait plein est relative à l'électrode renfermant du mercure et celle en pointillé à l'électrode sans mercure. La première n'est pas sensiblement plus favorable que la

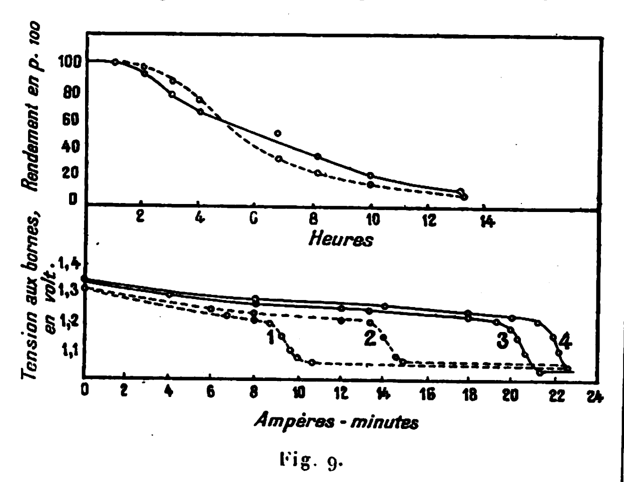


Fig. 9.

seconde. Sur les 2,8 ampères-heures chargés, l'électrode au mercure en utilise 1,51 pour la réduction des oxydes de fer; l'électrode sans mercure utilise 1,32 ampère-heure. Malgré cela, la décharge suivante à 0,24 ampère donne la grande différence indiquée par les quatre courbes inférieures de la figure 9. Les mêmes résultats étaient constatés à la charge suivante à 0,2 ampère et à une nouvelle décharge à 0,36 ampère.

Après une recharge à fond, une décharge à 0,06 ampère donnait sensiblement les mêmes résultats pour les quatre plaques (6 à 7 heures de durée de la phase I).

L'action favorable du mercure ne se fait donc sentir qu'à la décharge. En accélérant la phase I, elle permet d'obtenir une plus haute capacité aux intensités élevées.

Dans l'essai 31, on prenait un petit élément composé de deux poches fer et deux poches peroxyde de nickel. Les électrodes fer renfermaient du mercure. Après décharge

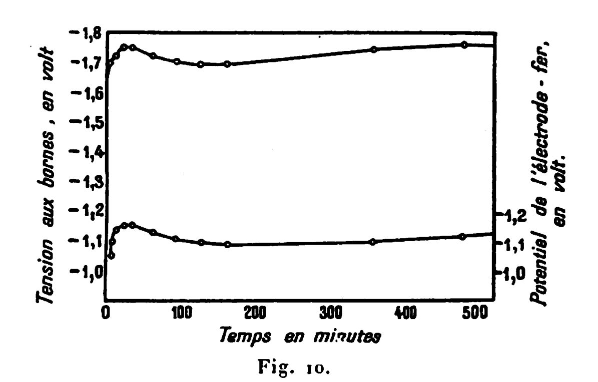


Fig. 10.

de 0,90 ampère-heure, les positives étant épuisées et les négatives n'ayant donné que la phase I, on rechargeait à 0,15 ampère, soit 0,075 ampère par poche. L'électrolyte était de la potasse à 20 pour 100 (solution 3,5 fois normale). La courbe supérieure de la figure 10 montre l'allure de la tension aux bornes. Au début, il y a dégagement d'hydrogène aux cathodes et la tension s'élève fortement. Cette tension baisse ensuite en même temps que ralentit le dégagement d'hydrogène. A la fin la tension remonte à sa valeur élevée et s'y maintient pendant que les anodes et les cathodes dégagent. La courbe inférieure de la figure 10, qui se rapporte au potentiel de l'électrode fer, indique bien que l'augmentation initiale de la tension est due à cette électrode. Cette augmentation provient de la présence du mercure et ne se produit pas avec les électrodes sans mercure, comme on l'a vu dans l'essai 3 (*fig.* 2). L'explication de ce fait est la suivante : à la fin de la phase I, le fer est entouré d'hydroxydule qui agit comme un diaphragme poreux. Le mercure étant libre, c'est sur lui tout d'abord qu'agit la charge en produisant un dégagement d'hydrogène. La réduction de l'hydroxydule de fer commence ensuite, et au fur et à mesure qu'elle se poursuit la tension baisse, l'hydrogène ralentissant son dégagement. Ainsi se comprennent également les résultats de l'essai 30.

Le rendement de l'accumulateur fer-nickel. — On a vu que l'électrode fer présente deux phases de décharge différant d'au moins 0,12 volt. De même, l'électrode peroxyde de nickel donne deux phases; mais celles-ci diffèrent de 0,55 volt. Dans un élément fer-nickel, on peut donc avoir les combinaisons suivantes :

	Tensions en volt.
Phase I du fer et phase I du peroxyde de nickel..	1,3 à 1,2 volt
Phase II du fer et phase I du peroxyde de nickel..	1,1 à 0,9 »
Phase I du fer et phase II du peroxyde de nickel.	environ 0,6 »
Phase II du fer et phase II du peroxyde de nickel..	» 0,4 »

En pratique, il convient de n'utiliser que la première combinaison en faisant limiter la capacité de l'élément par les électrodes positives. L'élément donne dans ce cas les courbes de charge et de décharge de la figure 11. La courbe A se rapporte à la charge de l'élément, *a* et *a'* à la charge de la cathode et de l'anode. Les courbes B, *b* et *b'* représentent respectivement la tension aux bornes et le potentiel cathodique et anodique pendant la décharge.

Dans A et *a*, les parties pointillées sont relatives aux électrodes fer sans mercure, les parties pleines aux électrodes fer renfermant du mercure; dans B et *b'* la partie pointillée, aux électrodes fraîchement chargées et la partie pleine, à une décharge après repos.

La charge de l'électrode positive se faisant avec un bon rendement, c'est l'électrode fer qui limite ce rendement. Pour que l'élément donne sa capacité, il faut lui charger 1,5 fois le nombre d'ampères-heures déchargés. Le rendement en quantité est donc de 66 à 67 pour 100, et par suite le rendement en énergie d'environ 50 pour 100.

Ce rendement n'augmente que lorsqu'on ne demande à l'élément qu'une capacité plus faible que sa capacité totale. Ainsi, avec un élément Edison ancien type (négative sans mercure), on obtenait les résultats suivants, l'élément étant déchargé chaque fois jusque 0,8 à 0,7 volt et rechargé à 30 ampères pendant des temps différents.

Ampères-heures chargés		73, 9	244, 6	3,50
Rendement correspondant	en ampères-heures	0,97	0,60	0,46
	en watts-heures	0,70	0, 40	0,3

Normalement l'élément déchargeait 4 heures à 30 ampères et chargeait 6 heures à 30 ampères.

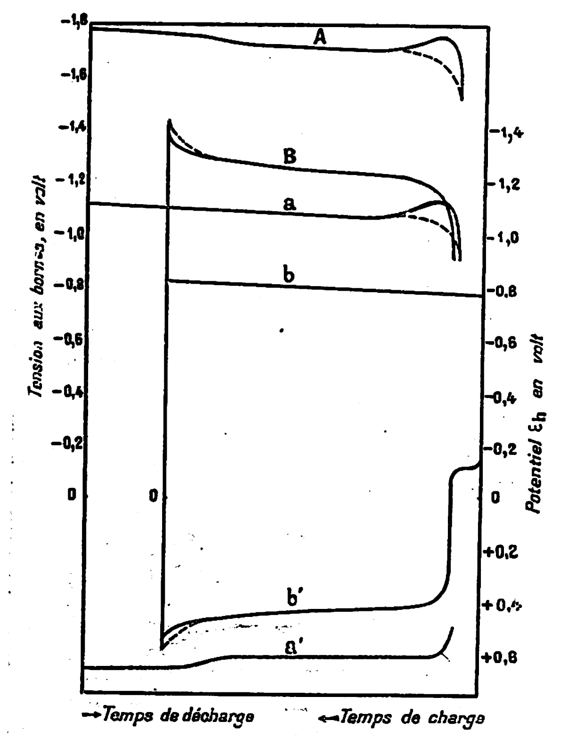


Fig. 11.

Résumé des principales conclusions. — Les essais effectués ici peuvent se résumer comme suit :

1° Une électrode en fer pulvérulent donne, dans la potasse 2 à 4 fois normale, deux phases de décharge différant d'au moins 0,1 volt.

2° Pendant la première phase, dans la potasse 2,85 fois normale, à 18° C. le potentiel d'équilibre est $\varepsilon''_h = -0,87$ à $-0,88$ volt. C'est le fer qui est alors actif et se transforme en hydroxydule de fer d'après l'équation

$$Fe \rightarrow \overset{++}{Fe} + 2\ominus.$$

3° L'activité nécessaire du fer lui est donnée par une charge d'hydrogène au moyen de la polarisation cathodique.

4° Pendant la deuxième phase, le fer est devenu passif, ce qui arrive quand la vitesse de la première réaction est devenue trop petite.

5° Dans la deuxième phase, la première réaction devient complète ou est remplacée par l'activité de l'hydroxydule de fer existant et l'on a

$$\overset{++}{Fe} \rightarrow \overset{+++}{Fe} + \ominus.$$

L'hydroxyde ferreux peut résulter de la première réaction ou encore se produire par action chimique de l'oxyde ferrique sur le fer.

Pendant cette deuxième phase, il disparaît donc du fer et il se forme de l'oxyde ferrique.

6° Le potentiel d'équilibre de l'hydroxyde ferreux, en présence de traces d'oxyde ferrique, dans la potasse 2,85 fois normale et à 18° C., est $\varepsilon''_h = -0,74$ à $-0,76$ volt.

7° L'activité électromotrice de la poudre de fer à la température ordinaire n'est donnée que par une fraction de ce fer, fraction d'autant plus grande que la poudre est plus fine. Pour une quantité donnée de fer, la capacité croît considérablement avec la température. C'est alors la phase I qui augmente d'importance, la phase II disparaissant même complètement à 75° C.

8° La réduction électrolytique de l'oxydule de fer, à la température ordinaire, a lieu avec dégagement d'hydrogène. Celle de l'oxyde de fer se fait d'abord sans dégagement; mais l'hydrogène se dégage ensuite et une grande partie de l'oxyde de fer reste non réduite et se recouvre d'une couche protectrice. Comme la réduction par les gaz chauds est complète, on comprend qu'il est préférable d'y recourir et d'abandonner la réduction électrolytique de l'oxyde de fer pour la préparation de la matière active négative.

9° Un excès d'oxyde de fer dans la matière négative diminue la capacité de la phase I et peut amener même la disparition complète de celle-ci, la décharge se faisant alors uniquement d'après la deuxième phase.

10° Même en petite quantité, la présence des combinaisons oxygénées du fer peut diminuer beaucoup la capacité de la phase I quand on décharge à forte intensité de courant. C'est pour éviter cet inconvénient que Edison introduit dans la masse du mercure finement divisé.

11° L'addition de mercure agit avant tout sur la décharge en s'opposant à l'entrée du fer à l'état passif et en augmentant ainsi la vitesse de la phase I. On ne constate pas d'action favorable du mercure pendant la charge.

12° L'addition de mercure permet à l'élément de conserver une capacité de la phase I sensiblement la même aux différentes intensités de décharge et quand celles-ci sont variables dans la même décharge. Cette addition a donc une grande importance pratique.

13° L'électrode fer ne devant être déchargée que suivant la première phase, sa capacité doit être choisie bien plus élevée que celle de l'électrode peroxyde de nickel. C'est donc la capacité de cette dernière qui détermine celle de l'accumulateur.

14° La phase I n'étant pas réversible puisque la charge de l'hydroxyde ferreux ne peut se faire qu'avec dégagement d'hydrogène, le rendement est faible. La recharge de l'hydroxydule de nickel n'est pas non plus réversible, mais la perte d'énergie est ici plus faible qu'avec l'hydroxydule de fer.

15° Le rendement et la capacité de l'élément fer-nickel peuvent être variés, l'un aux dépens de l'autre. Normalement, on utilise l'élément avec un rendement de 50 pour 100 en énergie.

T. P.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MÉTALLURGIE.

L'aciérie électrique de Dommeldange (Grand-Duché de Luxembourg) (1).

Station centrale. — Le bâtiment de la station génératrice principale mesure 45,90 m de longueur et 26,90 m de large; il est construit en maçonnerie de moellons de 1 m d'épaisseur.

La station comprend 2 groupes électrogènes à moteurs à gaz et 1 groupe turbo-alternateur Zoelly-Siemens-Schuckert qui sert de réserve (*fig.* 12). Une partie du bâtiment est réservée aux machines soufflantes à moteurs à gaz (*fig.* 13).

Le premier groupe électrogène est constitué par un moteur à gaz Nuremberg à quatre temps, tandem, double effet, d'une puissance de 2200 chevaux, qui entraîne

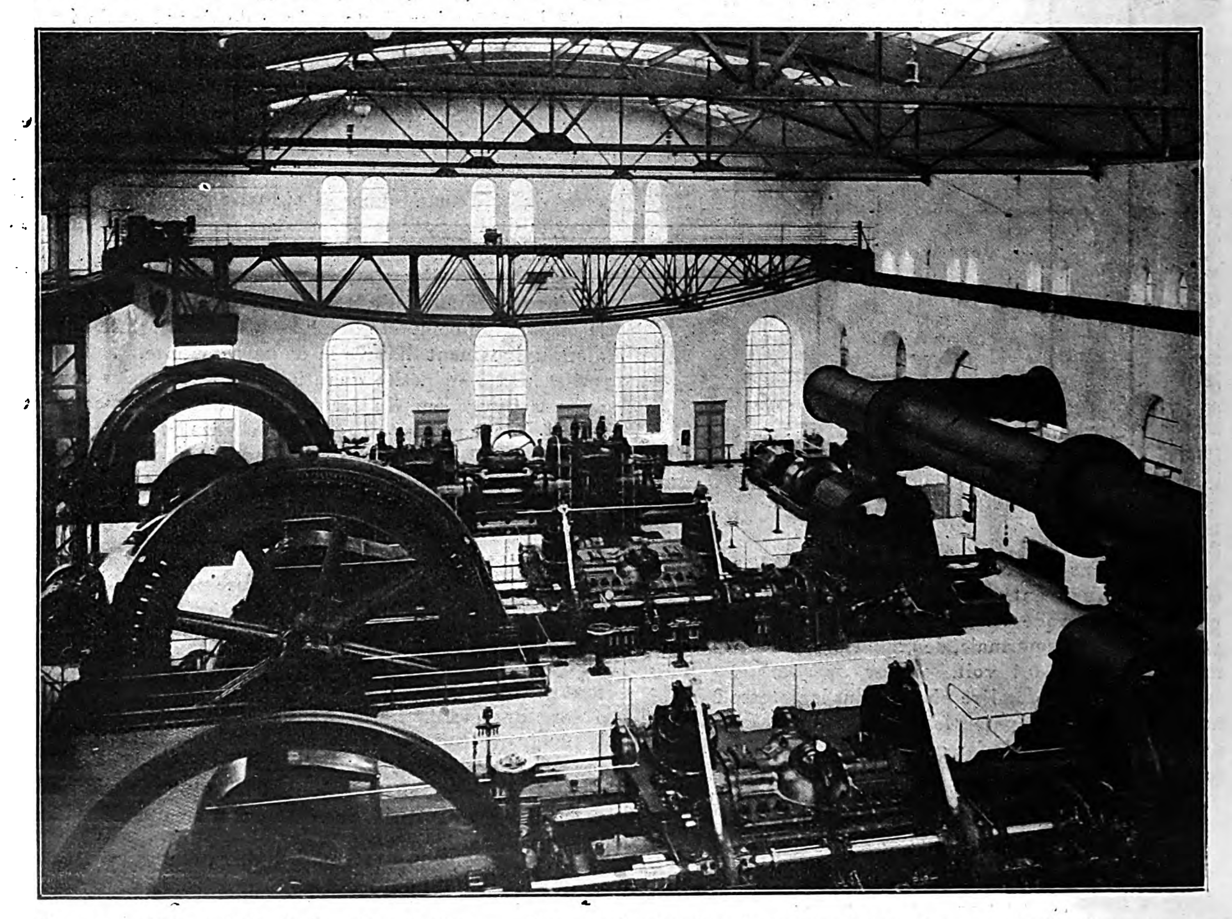


Fig. 12. — Vue partielle de la station centrale. — Groupes électrogènes à moteurs à gaz et groupe turbo-alternateur. Au premier plan : soufflante à gaz; au dernier plan à droite : turbo-alternateur.

directement, à la vitesse de 94 t : m, une génératrice triphasée de la Felten et Guilleaume-Lahmeyer Werke G. A., type volant, de 1440 kw, sous 5000 volts, 50 périodes. $\cos\varphi = 0,8$, et une excitatrice de 25,5 kw, 110 volts.

Le deuxième groupe comprend un moteur Siegen à deux temps, double effet, de 800 chevaux entraînant à 75 t : m une génératrice triphasée Lahmeyer de 550 kw, sous 500 volts, 50 périodes. Ce groupe débite sur un transformateur statique 500-5000 volts pour pouvoir marcher en parallèle avec le groupe précédent et fournir ainsi le courant triphasé 5000 volts nécessaire à l'aciérie et à la ville de Luxembourg.

Le turbo-alternateur de réserve a une puissance de

(1) Pour le début de l'article, voir *La Revue électrique*, t. XIV, 30 novembre 1910, p. 376.

750 kw; il débite, à la vitesse de 3000 tours par minute, du courant triphasé sous 5000 volts, 50 périodes. Une excitatrice montée en bout d'arbre débite 109 ampères sous 110 volts. La turbine Zoelly, qui entraîne l'alternateur Siemens-Schuckert et l'excitatrice, est, comme on sait, du type à action. Ce groupe est alimenté par la vapeur à 11 kg : cm² produite par la batterie de chaudières chargée également de fournir de la vapeur aux soufflantes de réserve et, d'une façon permanente, aux machines de monte-charges. Cette batterie de chaudières comprend : 6 chaudières Steinmuller de 233 m² de surface de chauffe combinées pour être chauffées soit au gaz, soit au charbon; 3 chaudières Lancashire de 85 m² de surface de chauffe chauffées uniquement au gaz de haut fourneau.

Deux autres groupes électrogènes à gaz, installés depuis 1904 et constitués par des moteurs Kœrting à deux temps double effet, monocylindriques de 400 chevaux entraînant directement à 125 t : m des génératrices triphasées Brown-Boveri de 280 kw sous 500 volts et 50 périodes par seconde servent à alimenter en 500 volts triphasés certains moteurs du service des hauts fourneaux. Ces deux groupes, qui sont installés dans un bâtiment distinct, débitent en même temps sur des transformateurs statiques 500-5000 volts de façon à pouvoir marcher en parallèle sur le réseau général à 5000 volts. Dans le cas d'arrêt des groupes, les transformateurs agissent en abaisseurs et fournissent du 500 volts aux moteurs des hauts fourneaux.

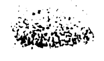
Fig. 13. — Vue partielle de la station centrale. — Soufflante à moteurs à gaz.

La puissance normale de la centrale est de 1980 kw. La puissance maximum atteint 3300 kw. Un pont roulant électrique de 12 tonnes, d'une portée de 14,40 m, sert au montage ou aux réparations des machines.

Ajoutons que les moteurs à gaz ont une marche très régulière et n'ont donné lieu à aucun trouble grave. La mise en marche parallèle se fait sans aucune difficulté et en quelques minutes. Pour arriver à la synchronisation, on agit sur l'admission du gaz aux moteurs.

Le prix de revient de l'énergie produite, comprenant les frais d'entretien, de graissage, nettoyage, réparations et salaires du personnel, ne dépasserait pas le chiffre de 1 centime environ par kilowatt-heure.

Tableaux de distribution. — La figure 14 donne le schéma général des tableaux de distribution et des diverses canalisations. Le tableau principal à haute tension est muni de deux séries de barres omnibus et



les connexions sont établies de façon à pouvoir brancher sur le réseau ou isoler à volonté l'une ou l'autre génératrice.

Presque tous les moteurs en service à l'usine sont des moteurs triphasés 500 volts alimentés par des transformateurs statiques de 300 k. v. a., 5000-500 volts. Ces transformateurs sont branchés sur les barres omnibus principales.

Du tableau principal à 5000 volts partent les câbles allant à la sous-station, ainsi que ceux destinés à fournir le courant à la ville de Luxembourg. C'est de la sous-station que s'effectue la distribution aux différents services de l'aciérie.

Service de l'eau. — L'eau nécessaire aux divers services de l'usine, refroidissement des moteurs à gaz, épuration des gaz, alimentation des chaudières, etc., est fournie par une station spéciale de pompage. Cette station comprend une grande pompe centrifuge débitant 15 m³ à la minute, actionnée par un moteur triphasé de 250 chevaux sous 5000 volts et quatre autres pompes centrifuges des ateliers de construction et fonderies de Castre, débitant 4 m³ à la minute et accouplées à des

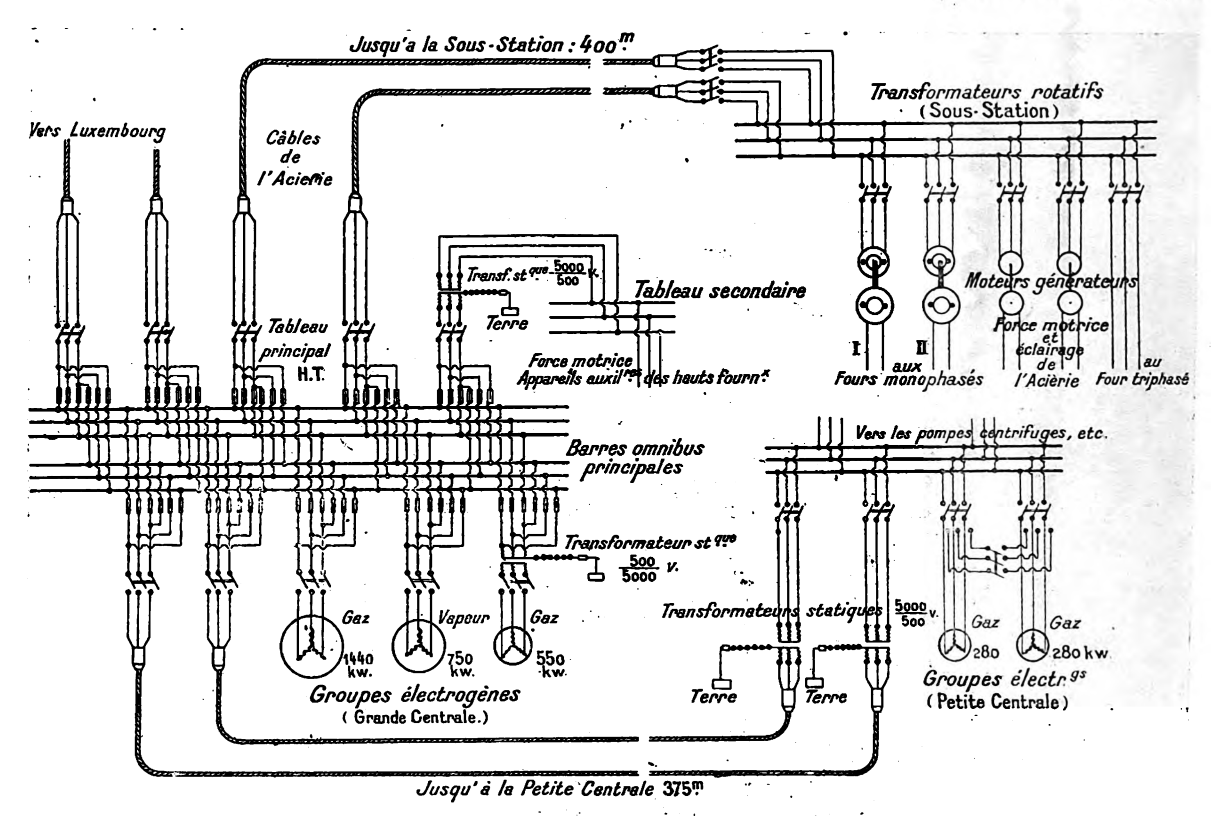


Fig. 14. — Schéma général des tableaux de distribution et des principales canalisations.

moteurs triphasés de 68 chevaux sous 500 volts. De plus une pompe d'un débit de 4 m³ par minute, accouplée à un moteur à courant continu de 110 volts, sert de réserve pour l'alimentation des hauts fourneaux.

L'eau, pompée dans l'Alzette, est envoyée dans deux bassins placés à des niveaux différents. Le premier, d'une hauteur de 24 m, alimente les hauts fourneaux (refroidissement du creuset, etc). Le second, placé à une hauteur de 34 m, alimente les moteurs à gaz et les ventilateurs faisant partie des systèmes d'épuration des gaz.

Sous-station de transformation. — Le bâtiment de la sous-station, situé à 350 m environ de la station génératrice, mesure 30,25 m de longueur sur 12,90 m de large. Il est constitué par une ossature métallique avec remplissage en briques de 125 mm d'épaisseur.

La sous-station, dont une vue partielle photographique est donnée par la figure 15 et une vue en plan par la figure 16, comprend quatre groupes de transformation. Deux de ces groupes, d'une puissance de 715 chevaux, transforment le courant triphasé à 5000 volts en monophasé à 3500 volts destiné aux fours électriques à induction. Ils ont été fournis par la maison Siemens-Schuckert. Les deux autres groupes sont des moteurs générateurs de l'A. E. G. : l'un de 225 chevaux, cosinus φ de 0,88, transformant le courant triphasé 5000 volts en courant continu 500 volts pour l'alimentation des moteurs de l'atelier, ponts roulants, locomotives, etc.; l'autre de 125 chevaux, cosinus φ de 0,82, transformant le courant triphasé 5000 volts en courant continu 110 volts pour l'éclairage.

Nous donnerons ci-après quelques détails sur la constitution des groupes transformateurs triphasé-mono-



phasé Siemens-Schuckert destinés à l'alimentation des fours électriques en raison de l'intérêt tout spécial que présentent ces installations.

Ces deux groupes sont identiques. La figure 17 est une vue d'ensemble de l'un d'eux. Ils marchent en parallèle sur le réseau à 5000 volts à la vitesse de synchronisme de 375 t : m.

Chaque groupe comprend :

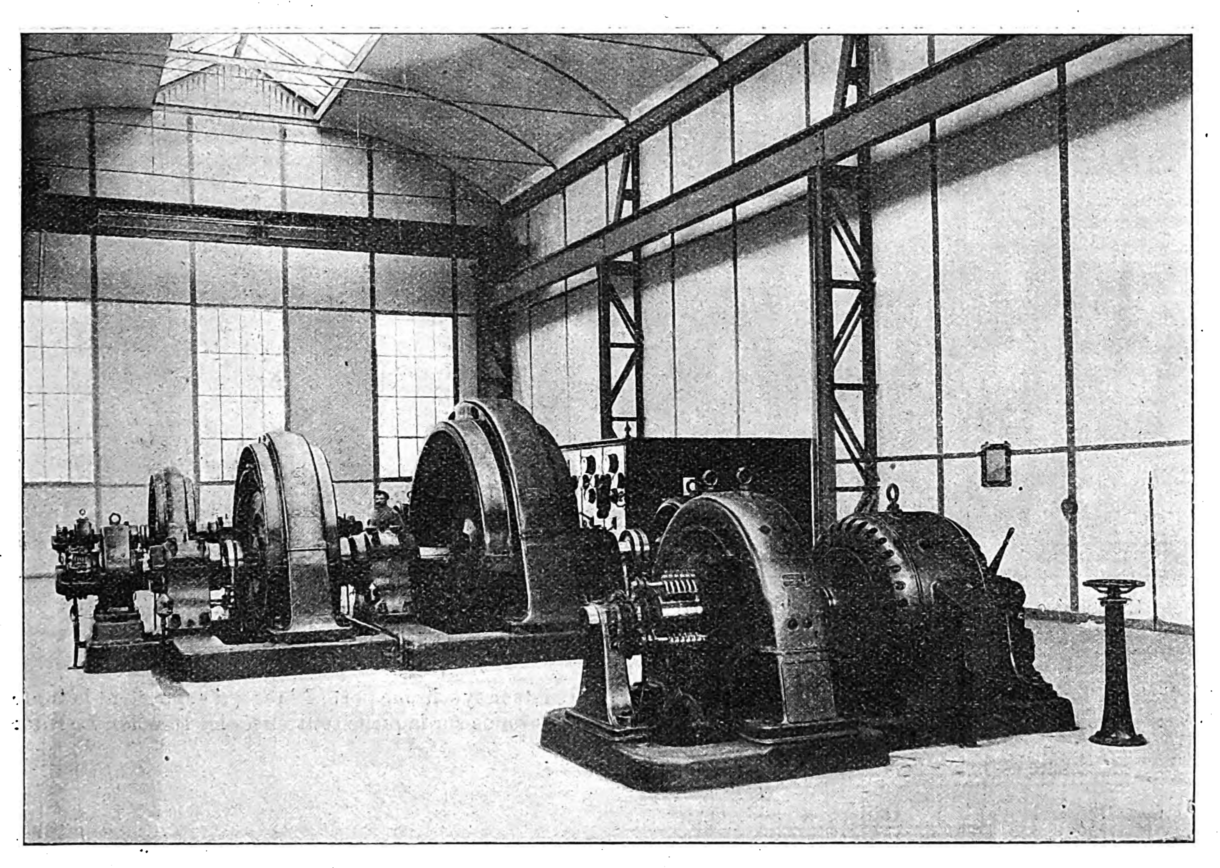


Fig. 15. — Vue partielle de la salle des transformateurs (au premier plan : moteur-générateur A. E. G. transformant le courant triphasé 5000 volts en continu 500 volts pour la force motrice).

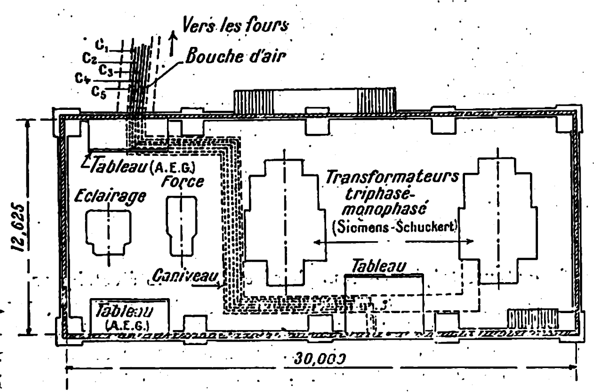


Fig. 16. — Plan de la sous-station de transformation.

1° Un moteur triphasé asynchrone de lancement, à marche intermittente de 140 chevaux, sous 500 volts, 50 périodes par seconde et 485 t : m;

2° Une génératrice monophasée de 825 à 950 kilovolts-ampères, sous 3000 à 3500 volts, 25 périodes par seconde, cos φ de 0,4;

3° Un moteur synchrone triphasé de 715 chevaux sous 5000 volts, $3 \times 64,8$ ampères, 50 périodes par seconde et cos $\varphi = 1$;

4° Une excitatrice de 110 volts, 218 ampères.

Ces diverses machines sont montées dans le prolongement l'une de l'autre. Un levier à main commandant un manchon d'accouplement à goujons permet le débrayage du moteur de lancement après que celui-ci est effectué.

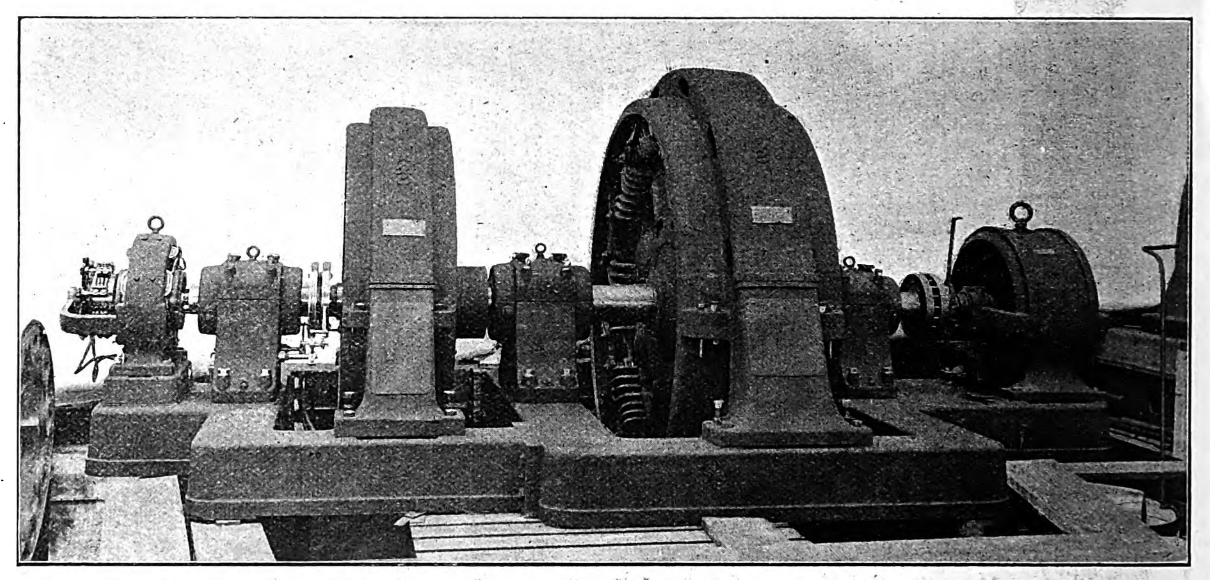
A son extrémité opposée, l'arbre de la génératrice porte un plateau d'accouplement avec boulons, permettant d'accoupler cette machine à l'arbre du moteur synchrone dont l'extrémité correspondante porte un plateau analogue.

Enfin l'excitatrice est montée en bout, ainsi que l'indique la figure.

L'ensemble est supporté par trois paliers à bagues à circulation d'eau froide.

Dans le cas où la vitesse du moteur de lancement dépasserait d'une certaine quantité la vitesse de synchronisme du moteur principal, un commutateur de mise en court-circuit, à force centrifuge, monté en bout d'arbre du côté du moteur de lancement, supprimerait automatiquement l'alimentation de ce dernier, évitant ainsi la surcharge admissible du groupe qui résulterait de l'excès de vitesse.

Les enveloppes en fonte du moteur synchrone et de la



Excitatrice. Moteur synchrone. Génératrice monophasée Moteur de démarrage.

Fig. 17. — Vue d'ensemble d'un groupe transformateur triphasé-monophasé.

génératrice sont en deux parties avec joint horizontal. Les rotors sont de construction simple; le moyeu rotorique du moteur synchrone porte 6 bras qui supportent la fonte ou couronne sur laquelle sont vissés les 16 pôles. Le rotor

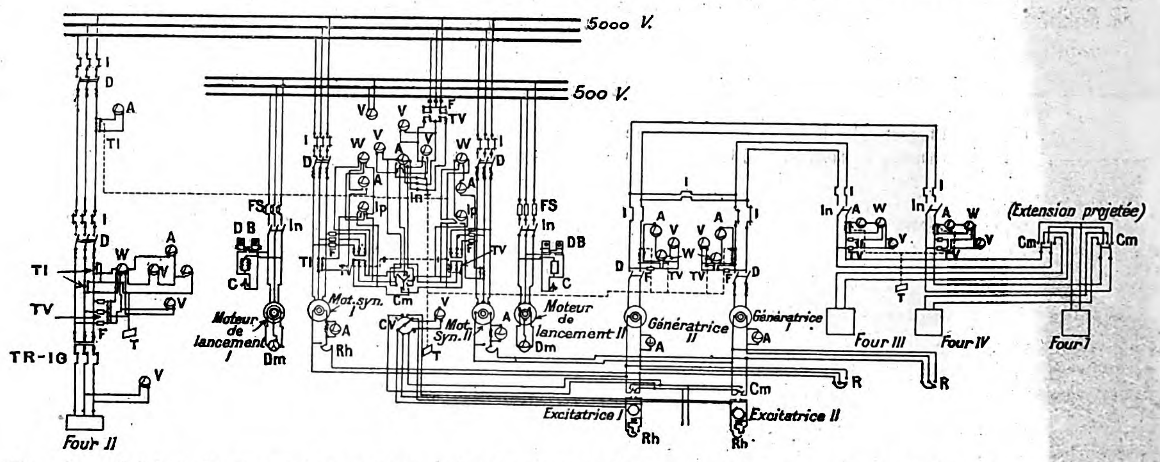


Fig. 18. — Schéma des connexions entre les réseaux, les transformateurs triphasé-monophasé et les fours électriques

I, Interrupteur-séparateur; D, Interrupteur à maxima (disjoncteur); A, Ampèremètre; FS, Fusible-sectionneur; Dm, Démarreur; In, Interrupteur; C, Court-circuiteur centrifuge; T, Plaque de terre; R, Rhéostat série; V, Voltmètre; W, Wattmètre; Al, Appareil à lampes; Rh, Rhéostat-régulateur shunt; Ip, Indicateur de phase; TR, Transformateur de réglage; F, Coupe-circuit; DB, Disjoncteur à tension basse; TV, Transformateur de voltage; TI, Transformateur d'intensité; IG, Interrupteur à gradins; Cm, Commutateur; CV, Commutateur pour voltmètre.

de la génératrice monophasée est plein et les 8 masses polaires sont fixées à sa périphérie par assemblages en queue d'aronde. Chaque machine possède, calées sur l'arbre, deux bagues collectrices soigneusement tournées après montage.

Des balais de bronze avec large surface d'appui servent



à transmettre à ces bagues, et de là aux inducteurs tournants, le courant d'excitation.

Le poids total de chaque groupe est de 50000 kg.

La figure 18 donne le schéma général des connexions entre le réseau à 5000 volts, les groupes de transformation et les fours électriques. Ces derniers seront décrits plus loin.

(*A suivre.*) G. Sauveau.

MOTEURS.

Quelques remarques relatives au démarrage des moteurs synchrones et des commutatrices.

1. Si l'on coupe l'excitation d'un moteur synchrone tournant à vide, on constate qu'il continue à fonctionner; cette expérience date de 1874, et fut faite par M. Siemens sur un alternateur monophasé. Cependant la question se pose de savoir si le moteur tourne au synchronisme, ou s'il fonctionne dans ce cas comme moteur asynchrone.

Pour nous en rendre compte, il suffit de monter sur l'alternateur un *asynchronoscope* [1].

Choisissons le modèle composé (*fig.* 1) d'un disque de

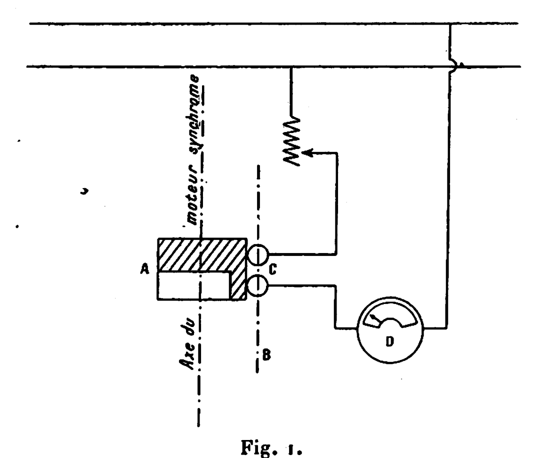


Fig. 1.

Joubert A, d'un porte-balai B avec deux frotteurs C, que nous pouvons fixer sous un angle déterminé et reliés à un voltmètre polarisé D tel qu'il est indiqué au croquis.

Nous constatons que le voltmètre donne une déviation fixe, que l'excitation soit ouverte ou fermée; nous en concluons que la marche du moteur est synchrone dans les deux cas. En chargeant graduellement le moteur à excitation ouverte, nous pouvons constater qu'il reste synchrone sous une charge faible. Il se met ensuite à tourner comme moteur asynchrone sous un glissement élevé pour se décrocher assez rapidement quand on augmente la charge.

Il est à remarquer cependant que tout ce qui précède suppose que la tension appliquée soit suffisante; sinon on constate que le moteur présente un certain glissement.

En augmentant la tension appliquée on observe que le moteur se met au pas. Inversement, si l'on diminue la tension, il se décroche et continue à tourner en moteur asynchrone.

[1] Voir *Revue électrique*, t. XII, 30 décembre 1909, p. 491.

2. Procédons à présent à la mise en marche du moteur. Le circuit d'excitation étant ouvert, on applique au stator une tension alternative appropriée : il démarre comme moteur asynchrone; mais au bout d'un certain temps, nous constatons, par les indications de l'asynchronoscope, qu'il se met au synchronisme sans qu'il soit nécessaire de fermer le circuit inducteur, et cela même sous une certaine charge, pourvu que celle-ci soit suffisamment faible.

3. Les mêmes phénomènes s'observent pour les commutatrices. L'essai a été fait sur une demi-douzaine de machines de laboratoire de faible puissance. Il n'y a pas de doute cependant que toutes les machines à pôles saillants ne conduisent aux mêmes résultats, quoiqu'il ait été souvent dit qu'un moteur synchrone ne se met au synchronisme qu'au moment de la fermeture du circuit inducteur.

Dans les expériences sur les commutatrices on peut se servir comme asynchronoscope du voltmètre polarisé monté aux bornes continues, quand le circuit alternatif est fermé; celui-ci oscille autour du zéro avec une vitesse d'autant plus grande que le glissement est lui-même élevé.

4. Les phénomènes signalés s'expliquent par la théorie des moteurs dits *à réaction*, exposée par M. Blondel dans son livre intitulé: *Les moteurs synchrones*, où l'on trouve l'explication physique de leur fonctionnement et leur étude mathématique. M. Blondel s'est d'ailleurs servi de ces moteurs spéciaux dans la construction de ses oscillographes. Ce sont, en somme, des alterno-moteurs dont le stator est généralement monophasé et dont le rotor est un croisillon à pôles saillants laissant un entrefer aussi faible que possible. Ils sont connus aussi sous la dénomination de *moteurs à réaction variable*, parce que les ampères-tours créés par les enroulements du stator agissent dans des circuits magnétiques, dont la réluctance dépend de la position du rotor, puisque celui-ci est à pôles saillants.

Ces moteurs ont un très faible facteur de puissance, une faible stabilité, et ne conviennent que pour des petites puissances. Ils tournent au synchronisme, ce que leur théorie explique. L'alterno-moteur habituel, dans lequel nous laissons le circuit d'excitation ouvert, est en somme un moteur à réactance variable : il tournera donc lui aussi au synchronisme, au moins à vide. Il en est de même pour la commutatrice.

5. Nous pouvons d'ailleurs nous rendre compte *grosso modo* de son fonctionnement, dans ce cas, en remarquant que l'alimentation se faisant sous un courant très décalé en retard sur la tension aux bornes, la composante déwattée crée dans le stator des ampères-tours magnétisants produisant des flux qui se ferment par les pôles saillants du rotor. Les pôles magnétiques occupent par conséquent la même position dans l'espace, que s'ils étaient produits par un enroulement excitateur spécial, car l'emplacement des A. T., en une partie quelconque d'un circuit magnétique, importe peu pour la production du flux. La polarité et l'intensité d'aimantation d'une pièce polaire déterminée dépendront de l'emplacement de celle-ci par rapport aux bobines du stator.

Au synchronisme le fonctionnement est donc le même que si le circuit de l'excitation était fermé : on peut y appliquer le diagramme de Blondel.

En dessous du synchronisme on conçoit que l'intensité du champ créé par les ampères-tours déwattés du stator

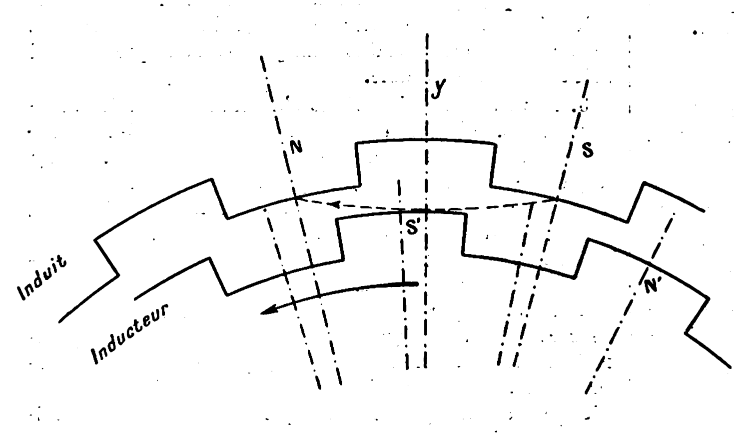


Fig. 2. — Schéma du fonctionnement d'un moteur synchrone.

sera variable, la réluctance des circuits magnétiques dépendant à chaque instant de la position du rotor. La valeur moyenne du couple positif produit par l'action du stator sur ce champ (*fig.* 2), augmentera au fur et à mesure que le glissement diminue. Le couple dû aux courants de Foucault induits dans les pièces polaires, tend vers zéro en même temps que le glissement. On conçoit, en raison de l'existence du premier couple, que l'accrochage du moteur puisse se faire sans qu'il soit nécessaire de fermer le circuit de l'excitation. La théorie complète du phénomène serait très complexe.

Voyons l'application de ce qui précède au démarrage des divers genres de sous-stations en usage.

I. *Sous-stations avec groupes Moteurs asynchrones-Génératrices à courant continu.* — *a.* La figure 3 renseigne sur la disposition généralement adoptée pour assurer le démarrage d'un groupe quelconque de la sous-station.

Il suffit de fermer l'interrupteur général et de démarrer le moteur asynchrone à l'aide du rhéostat de démarrage, relié aux bagues du rotor. Celles-ci peuvent être munies d'un dispositif de mise en court-circuit et de relevage des balais afin de supprimer du circuit les contacts du circuit de démarrage pendant la marche normale.

Dans certaines installations, surtout avec groupes à faible puissance (groupes démarreurs pour sous-stations à commutatrices ou groupes d'excitation d'alternateurs, etc.), le démarreur peut être à commande électrique, le circuit de son moteur étant fermé par un contact auxiliaire de l'interrupteur H. T. du groupe, comme l'indique la figure 3.

b. Si l'heure de la mise en marche de la sous-station coïncide avec celle de l'usine centrale, on pourra démarrer un groupe en laissant son rotor en court-circuit, et en fermant l'interrupteur général, sous condition bien entendu que la mise en marche du premier alternateur de la centrale se fasse avec son excitation fermée. Outre la sujétion qui en résulte, le démarrage en charge de l'alternateur n'est pas à conseiller surtout pour les turbo-alternateurs en raison de la fatigue de l'arbre qui pourrait résulter des résonances possibles pour un régime de vitesse inférieur à la vitesse normale.

c. Si la sous-station comprend une batterie suffisamment puissante, ou si, un premier groupe étant en marche, on veut mettre un second en route, s'il reste suffisamment de puissance disponible, on peut laisser le rotor en court-circuit et démarrer la génératrice continue. Si l'on dispose d'un asynchronoscope, on pourra choisir le moment où le glissement sera nul ou très faible pour fermer l'interrupteur principal et par conséquent provoquer un à-coup de courant minimum dans le réseau. Il faut disposer d'un démarreur *a.*

II. *Sous-stations à moteurs synchrones.* — Elles sont surtout employées dans les réseaux d'éclairage et comprennent souvent de puissantes batteries.

a. Dans ce cas, le démarrage de la sous-station se fait du côté continu, de même que le démarrage de chaque unité. Dans le circuit de la dynamo, on trouve un démarreur qui permet de la lancer en moteur, le rhéostat de champ assurant le réglage de la vitesse avec précision.

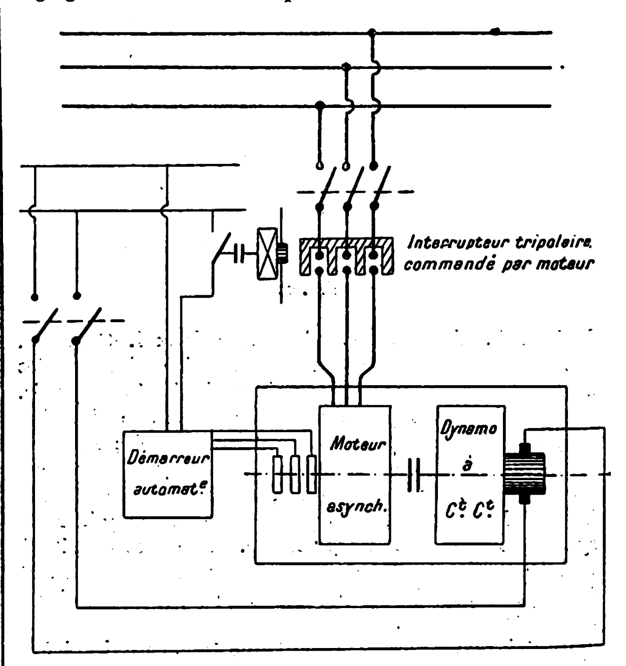


Fig. 3. — Démarrage d'un groupe transformateur asynchrone.

Le rhéostat d'excitation de l'alternateur permettra de régler la tension de celui-ci, et un dispositif de synchronisation permettra de faire le couplage sur le réseau au moment opportun.

La présence d'un panneau de synchronisation est

donc indispensable dans ce cas, et la mise en route d'un groupe, revient en somme à une opération de couplage d'alternateurs plus ou moins longue et délicate.

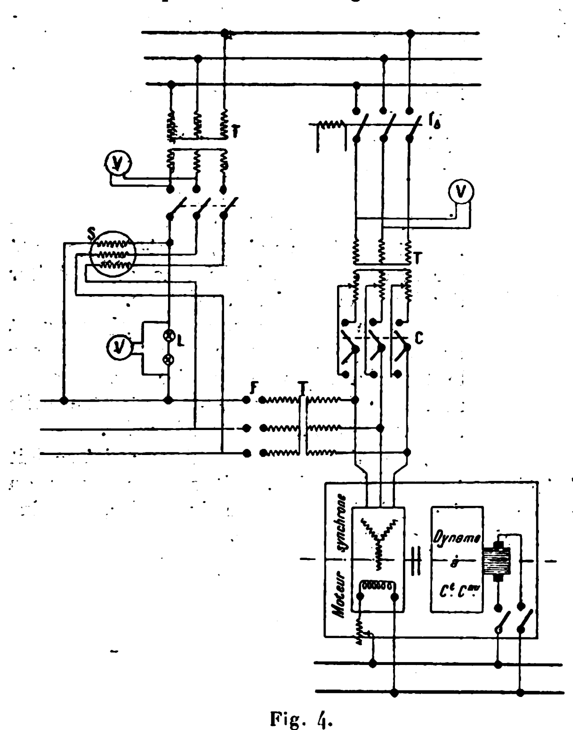


Fig. 4.

V, Voltmètres; I_A, Interrupteur commandé à distance; S, Synchroniseur; L, Lampes de synchronisation; F, Fiche de synchronisation; T, Transformateur; C, Commutateur.

La figure 4 représente le schéma d'une installation de ce genre.

Il existe souvent un démarreur par groupe, du type liquide à auge. On pourrait comme l'indique la figure 5, se servir d'une barre de démarrage et d'un démarreur unique, qui serait éventuellement à commande à distance et déclenchement, de manière à se trouver sûrement ouvert au moment de la fermeture d'un des interrupteurs sur la barre de démarrage. Bien qu'il soit de règle de simplifier le plus possible les circuits d'excitation, il est utile de faire usage du dispositif indiqué sur la figure 5, permettant de prendre l'excitation sur les barres lors du démarrage, et de passer ensuite au montage shunt pendant la marche normale de la dynamo.

b. Le démarrage peut se faire également du côté alternatif, en faisant usage soit, d'un rhéostat de démarrage soit d'un auto-transformateur à rapport variable inséré dans le stator. Dans les installations à H. T. ce dispositif conduit à des complications.

L'excitation étant ouverte le moteur démarre en mauvais moteur asynchrone et prend, par conséquent, un courant élevé à la ligne. Quand la tension appliquée est suffisante, nous avons montré qu'il se met au synchronisme, et tourne comme moteur à réactance variable.

Si nous fermons à présent l'excitation, deux cas peuvent se présenter : ou bien on voit le courant de la ligne diminuer rapidement, ou bien on constate un choc violent dans la machine, le courant alternatif déjà considérable augmente brusquement et, si la tension appliquée vient à baisser trop, la dynamo tombe hors de phase. Sinon, on voit le courant passer par un maximum, puis diminuer rapidement, et la déviation de l'asynchronoscope changer de sens.

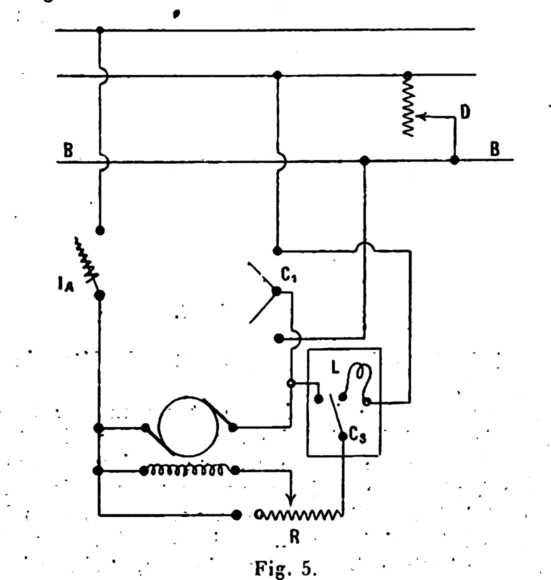


Fig. 5.

D, Démarreur unique; C_A, Commutateur; B, Barre de démarrage; I_A, Interrupteur automatique; R, Rhéostat de champ; C_s, Clef spéciale pour excitations; L, Lampe à incandescence (résistance).

c. Ces phénomènes peuvent s'expliquer comme suit :

Le moteur tournant au synchronisme comme moteur à réactance variable, le schéma magnétique de son fonctionnement est représenté par la figure 2. Le stator donne le champ $N_1 S_1$, $N_2 S_2$, ... à $2p$ pôles. Les $2p$ pôles $S'_1 N'_1$, $S'_2 N'_2$, ..., induits dans le rotor par le courant déwatté du stator, auront la polarité relative indiquée. Si l'on observe en ce moment l'asynchronoscope, l'aiguille est je suppose à droite, ou on l'y amène éventuellement en déplaçant les balais du disque de Joubert.

Mais en fermant l'excitation, les pôles du rotor sont produits par les A. T. de celui-ci alimentés par une source à courant continu dont la polarité est quelconque : le hasard peut donc faire que le fonctionnement en moteur synchrone soit représenté par le même schéma (*fig.* 2), ce qui se traduit par le fait que la déviation de l'asynchronoscope diminue en restant à droite. Le courant alternatif diminue rapidement. Mais rien n'est aussi facile que d'obtenir le schéma de la figure 6 ; il suffit de manœuvrer un commutateur à renversement dans le circuit de l'excitation. Or, pour que le fonctionnement en moteur synchrone devienne possible, il faut réaliser l'image magnétique de la figure 2. Le rotor doit donc se décaler d'un angle voisin de τ, ce qui explique le choc dans la machine et aussi l'accroissement momentané

du courant de l'induit et le changement de signe de l'indication de l'asynchronoscope.

On conçoit également, que la machine puisse tomber hors de phase, si la chute de tension aux bornes est trop grande. Il y a donc un réel intérêt à n'opérer la fermeture du circuit d'excitation que dans le premier cas :

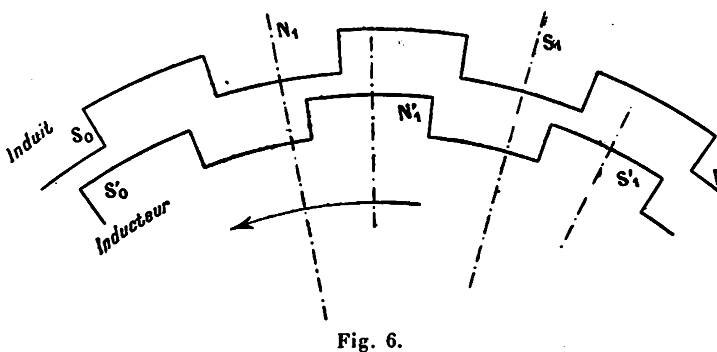


Fig. 6.

l'emploi de l'asynchronoscope permettra de déterminer ce moment.

d. Pour accrocher judicieusement un moteur synchrone le procédé opératoire sera donc le suivant : lorsque la machine tourne au synchronisme comme moteur à réactance variable, nous relèverons le sens de la déviation de l'asynchronoscope. S'il est dans le bon sens (déterminé par un essai préalable), on peut fermer l'excitation; s'il est en sens inverse, et si l'excitation comprend une clef d'inversion, on renversera la polarité de l'excitation. Ou bien, on coupera le circuit principal; l'asynchronoscope se mettra à osciller, puisque le moteur tourne en ce moment avec un glissement qui ira en croissant. On profitera du moment où l'asynchronoscope indique dans le bon sens, sous un glissement faible, pour refermer le circuit principal : le moteur s'accroche instantanément en moteur synchrone à réactance variable; son fonctionnement correspond au schéma (*fig.* 2), et l'on peut ensuite fermer l'excitation.

e. Les mêmes procédés sont applicables, si le groupe est muni d'un moteur de mise en marche : soit un moteur asynchrone à nombre de pôles réduit ou à transmission mécanique à friction donnant un rapport de multiplication régulièrement variable.

Au moment où l'on verra l'asynchronoscope indiquer dans le bon sens et sous un glissement faible, on fermera le circuit du stator, en coupant au besoin le circuit de la machine auxiliaire. Si la tension appliquée est suffisante, la machine se mettra instantanément au synchronisme, et l'on pourra ensuite fermer le circuit de l'excitation; le courant de la ligne diminuera rapidement, et l'on pourra l'amener à sa valeur minimum par un réglage judicieux du rhéostat de champ.

f. L'asynchronoscope indique donc au synchronisme la position relative des pôles du rotor par rapport à celles du stator, et l'on peut ainsi vérifier facilement les conclusions de la théorie des moteurs synchrones (épure bipolaire de Blondel), à savoir que le décalage relatif de ces pôles est maximum pour un courant d'excitation faible ou nul, passe par un minimum pour un courant judicieusement réglé, n'augmente plus beaucoup quand on augmente ensuite l'excitation, et change de signe quand le moteur tourne en génératrice.

7. III. *Sous-station à commutatrices.* — *a.* Les considérations développées ci-dessus sont applicables, une commutatrice pouvant être considérée comme un moteur synchrone à auto-excitation, ou à excitation indépendante, suivant que le circuit dérivé est branché directement sur ses bornes ou sur les barres (continues) du tableau.

Dans les deux cas, il faut insérer dans ce circuit un commutateur qui coupe l'enroulement en divers points. Celui-ci est monté sur la carcasse de la dynamo, afin d'éviter des fils de connexions trop longs.

Dans le second cas, on prévoit souvent en plus un interrupteur avec résistance sur le tableau. Dans le premier cas, un commutateur à renversement peut être utile comme nous le verrons par la suite.

b. La mise en marche d'une unité se fait généralement du côté continu, soit sur les barres du tableau continu, soit à l'ouverture du service, par l'intermédiaire du groupe démarreur.

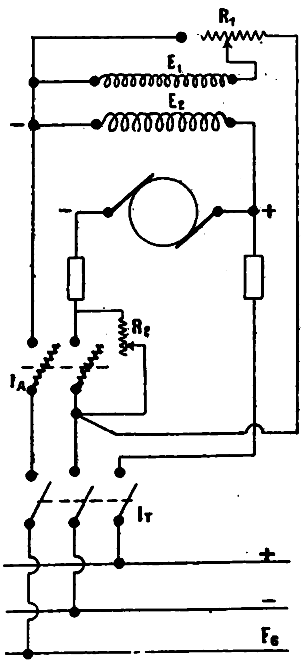


Fig. 7.

E_1, Excitation shunt; E_2, Excitation série; R_1, Rhéostat de champ; R_2, Rhéostat de démarrage; I_A, Interrupteur automatique bipolaire à retour de puissance commandé à distance; I_T, Interrupteur tripolaire à main; F_G, Fil Gramme.

Comme les commutatrices sont souvent compound, le démarrage se fait sur la barre Gramme, afin d'éliminer les A. T. négatifs qui seraient créés par l'enroulement série. Dans le cas de la figure 7, comme on fait usage

d'un interrupteur bipolaire à commande à distance et à retour de courant I_A, on a shunté la coupure négative de celui-ci par le démarreur R_2. Le volant de celui-ci, et l'interrupteur tripolaire à main I_T, se trouvent près de la machine. De plus, l'excitation doit être prise au delà du rhéostat de démarrage, afin de pouvoir démarrer avec le couple maximum.

Pour ne pas avoir à couper l'excitation à l'arrêt, on pourrait faire usage d'une clef spéciale dans le circuit de l'excitation permettant de passer de l'excitation indépendante au montage avec excitation shunt (1).

Le réglage de la vitesse se fait comme d'habitude par le rhéostat de champ, et le synchronoscope indiquera le moment où l'on peut enclencher du côté alternatif. Dans certaines installations, où l'on emploie des interrupteurs commandés à distance par moteur, dont l'action n'est pas très rapide, un contact disposé sur ceux-ci envoie un courant local dans un automatique du circuit de démarrage continu, de manière à déconnecter le groupe de ce côté au moment de la fermeture du circuit alternatif. Cette précaution contre les suites d'un accrochage défectueux, est en somme inutile puisque l'interrupteur à maxima protège en tout cas la machine contre toute surcharge exagérée; elle a d'ailleurs comme conséquence de nécessiter une nouvelle opération de couplage du côté continu. Si l'on a mal choisi le moment de l'enclenchement la polarité du groupe peut être intervertie après fonctionnement de l'automatique.

c. Toutes les sous-stations de ce genre sont équipées à l'aide d'un démarreur par unité.

Puisqu'on dispose d'autres méthodes de démarrage, on pourrait se contenter d'un seul rhéostat de démarrage, au besoin un type à eau servant de réserve, pouvant par l'intermédiaire d'une barre de démarrage spéciale et d'un interrupteur à deux directions être mis en circuit avec le groupe à démarrer.

d. Dans la plupart des sous-stations, on fait usage, soit qu'il s'agisse de la mise en route de la sous-station, soit que le temps fasse défaut, d'un mode de démarrage dit *rapide*, qui consiste à lancer le groupe du côté alternatif. A cette fin, à l'aide d'un commutateur à renversement, on peut prendre sur le secondaire du transformateur réducteur de tension la moitié de la tension alternative normale et l'appliquer aux bagues après avoir ouvert l'excitation. La commutatrice démarrera en mauvais moteur asynchrone. Après un temps plus ou moins court, on renversera le commutateur, appliquant ainsi la tension alternative totale. Un asynchronoscope monté sur l'arbre indiquera que le glissement va en diminuant rapidement, et que la machine se met au synchronisme, l'aiguille de l'asynchronoscope se fixant soit à droite, soit à gauche. Si l'on met en ce moment en service le synchronoscope il indiquera également le synchronisme et l'opposition des phases. Un voltmètre branché sur les barres continues, indiquera une tension constante soit positive, soit négative. Avant que le synchronisme ne soit atteint, ce voltmètre polarisé oscillait autour du zéro avec une vitesse d'autant plus grande que le glissement était plus élevé.

(1) Voir *Bulletin de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut Montefiore*, 1909, p. 170.

e. Toutes ces observations s'expliquent en remarquant que la commutatrice est un moteur synchrone à autoexcitation. La machine étant supposée tourner au synchronisme avec le circuit de l'excitation ouvert, mais branché directement sur les bornes (excitation shunt), si l'on vient à fermer ce circuit, la polarité des balais continus sera conservée; on verra le courant d'alimentation alternatif diminuer rapidement; on est sûr que l'automatique du circuit alternatif ne déclenchera pas. Si la polarité des balais n'est pas celle désirée, pour obtenir le renversement de celle-ci, il faut couper l'interrupteur du côté alternatif, laisser prendre à la machine un léger glissement et refermer l'interrupteur au moment où l'asynchronoscope indique dans le sens désiré. La machine s'accroche instantanément en moteur à réactance variable, et l'on n'a plus qu'à fermer l'excitation pour obtenir le fonctionnement en commutatrice sous la polarité désirée.

f. On peut encore prévoir un interrupteur à inversion dans le circuit de l'excitation.

Supposons que la machine tourne au synchronisme en moteur à réactance variable; l'aiguille de l'asynchronoscope est à droite, mettons, de même que le voltmètre polarisé branche sur les balais. Si, dans la marche en commutatrice, on veut faire apparaître la polarité opposée, on renverse le commutateur d'inversion, et l'on ferme ensuite le circuit d'excitation.

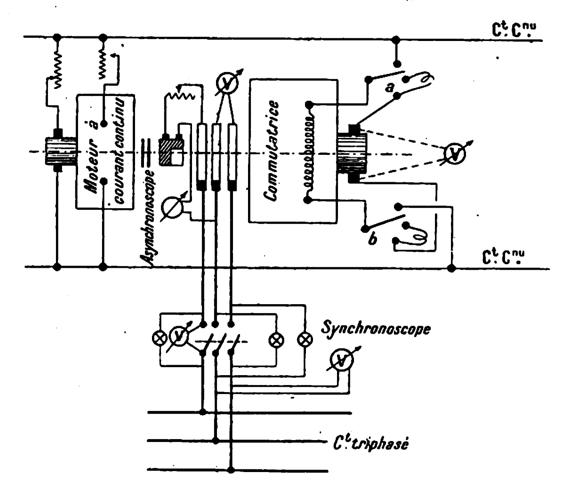


Fig. 8.

On observe alors les phénomènes analogues à ceux constatés pour le moteur synchrone. Il se produit un choc dans la machine, le courant alternatif déjà considérable croît encore, pour passer par un maximum, et diminue ensuite rapidement si la commutatrice n'est pas tombée hors de phase.

g. Examinons à présent le cas où l'excitation de la commutatrice est prise sur les barres. Nous constaterons alors que la polarité continue qui apparaît aux bornes, après fermeture de l'excitatrice, est toujours la même. Quand on fait cette manœuvre, l'asynchronoscope

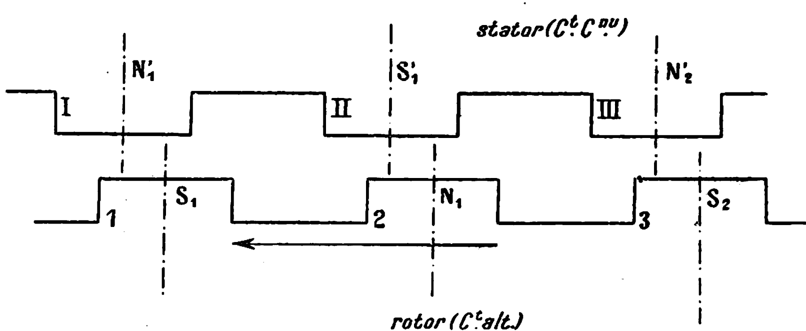
indiquant par exemple à droite, nous verrons le courant alternatif diminuer rapidement. En y procédant au contraire, quand l'aiguille de l'asynchronoscope est à gauche, on voit le courant alternatif augmenter brusquement, puis diminuer, à moins que la machine ne se décroche.

h. Les résultats des divers essais sont résumés dans le Tableau ci-dessous : la machine est supposée pouvoir être entraînée par un moteur auxiliaire dont la vitesse se règle facilement, ce qui permet par conséquent de réaliser des glissements très faibles :

DÉVIATION de l'asynchronoscope au moment de la fermeture du circuit alternatif.	SENS de l'indication du voltmètre polarisé.	LAMPE de synchronisation.	EXCITATION SHUNT après fermeture.		EXCITATION INDÉPENDANTE après fermeture.	
			Tension.	Ampères alternatifs.	Tension.	Ampères alternatifs.
A droite.	A droite.	Éteinte.	A gauche.	Diminuent.	A droite.	Augmentent puis diminuent.
A gauche.	Id.	Id.	A droite.	Id.	Id.	Diminuent.
A droite.	Id.	Id.	A gauche.	Id.	Id.	Augmentent puis diminuent.
A gauche.	A gauche	Id.	A droite.	Id.	Id.	Diminuent.

On ferme le circuit alternatif, l'asynchronoscope indiquant tantôt à droite, tantôt à gauche; la commutatrice s'accrochant en ce moment au synchronisme comme moteur à réactance variable. On ferme ensuite le circuit de l'excitation, soit comme enroulement shunt, soit à alimentation indépendante, par l'intermédiaire des commutateurs spéciaux *a* et *b* de la figure 8.

Schéma magnétique du fonctionnement d'une commutatrice.



Indications des appareils.

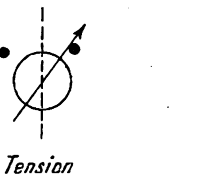


Fig. 9.

i. Les résultats obtenus peuvent s'expliquer par des considérations simples. Si la commutatrice tourne au synchronisme, l'enroulement du rotor donne un champ tournant à la vitesse $-\omega = \frac{-k}{p}$ par rapport à celui-ci, et par conséquent ce champ est fixe dans l'espace. Le schéma magnétique de la machine sera, par exemple, celui de la figure 9, sur laquelle j'ai représenté les indications supposées des appareils qui nous intéressent.

Supposons que l'on coupe l'excitation : la machine tourne en moteur à réactance variable, les pôles N'_1, S'_1, etc., étant induits par les S_1 N_1, etc., du rotor, et le décalage entre N_1 et S'_1 maximum. L'asynchronoscope accusera une déviation plus grande, et de même signe que tantôt; l'ampèremètre alternatif accusera un courant élevé.

Si, à présent, on referme l'excitation sur les balais, la première situation se rétablit. Si l'on ferme sur une source donnant en I et II, etc., respectivement des pôles S'_1 et N'_1, etc., le fonctionnement de la machine correspondra au schéma (*fig.* 10) : le rotor s'est donc décalé de $\frac{2\pi}{2p}$ par rapport au stator, et par conséquent l'indication de l'asynchronoscope aura changé de signe, de même évidemment que la polarité des balais, puisque celle-ci dépend de la polarité magnétique du stator. On s'explique également le choc qu'on observe dans la machine et l'accroissement momentané du courant alternatif.

Les divers résultats consignés dans le Tableau s'expliquent par des raisonnements analogues.

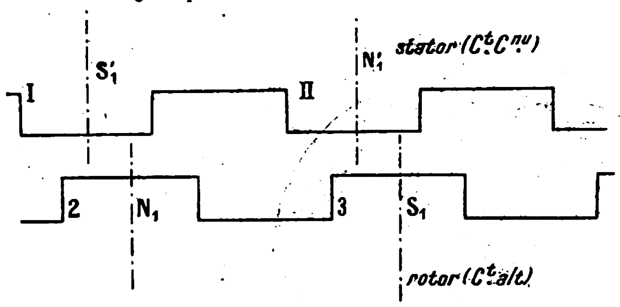
j. Il résulte de cette étude que l'asynchronoscope pourrait rendre des services lors du démarrage en asynchrone des commutatrices. Il permettrait, en effet, de faire apparaître aux bornes continues la polarité voulue.

Il est vrai que si l'on ne craint pas le décrochage de la machine, le même résultat peut s'obtenir soit en mettant un commutateur à renversement dans l'excitation mise en shunt et manœuvrant celui-ci d'après les

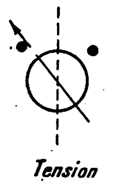
indications du voltmètre continu pendant que la machine fonctionne en moteur à réactance variable.

k. Nous pouvons, à présent, examiner un troisième mode de démarrage d'une commutatrice, qui consiste à la lancer comme moteur à courant continu, au-dessus

Schéma magnétique du fonctionnement d'une commutatrice.



Indications des appareils.





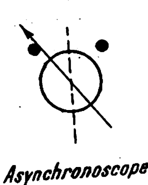


Fig. 10.

de la vitesse du synchronisme, ce que l'asynchronoscope peut indiquer; couper ensuite l'induit et l'inducteur, fermer le circuit alternatif au moment où l'asynchronoscope indique dans le sens voulu pour obtenir la polarité désirée, fermer et régler ensuite le circuit de l'excitation.

Le même procédé serait applicable, si l'on dispose d'un moteur auxiliaire pour démarrer la commutatrice.

Pour ce genre de démarrages, l'emploi de l'asynchronoscope offrirait un réel avantage. Pour éliminer la sujétion des balais, on pourrait supprimer ceux-ci en combinant un dispositif à induction, comprenant un tambour portant une arête en métal magnétique venant fermer périodiquement le circuit magnétique d'un petit transformateur dont l'enroulement primaire serait alimenté par le courant alternatif de la ligne.

O. Steels,
Professeur à l'Université de Gand.

Moteurs blindés Œrlikon à ventilation forcée.

Les Ateliers de construction Œrlikon ont créé tout récemment un nouveau moteur blindé à ventilation forcée qui se distingue des types normaux construits jusqu'à présent par deux grands avantages caractéristiques : 1° ils possèdent une résistance de démarrage (brevet allemand, n° 224295) montée sur l'arbre même du rotor, à l'intérieur de la carcasse, et tournant avec ce dernier. Le dispositif d'enclenchement de cette résistance de démarrage actionne en même temps l'interrupteur primaire avec lequel il est verrouillé; 2° un ventilateur disposé à l'intérieur de la carcasse produit un fort courant d'air qui pénètre dans le moteur par le pied d'un des flasques, est forcé, grâce à la construction particulière de la carcasse, de traverser le moteur dans toute sa longueur, et est enfin expulsé par le socle de l'autre flasque. De cette manière on obtient une ventilation des plus efficaces du moteur, malgré sa carcasse fermée et ses dimensions réduites.

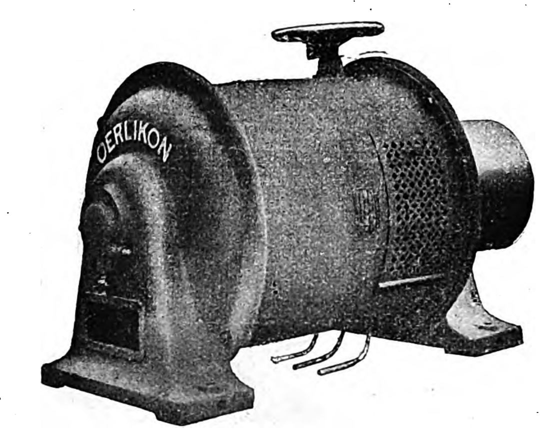


Fig. 1. — Moteur triphasé, type blindé avec volant de commande disposé à la partie supérieure de la carcasse.

L'exécution presque fermée de ces moteurs permet de les installer dans des lieux pour lesquels on exige une construction les mettant à l'abri des dégouttements et des

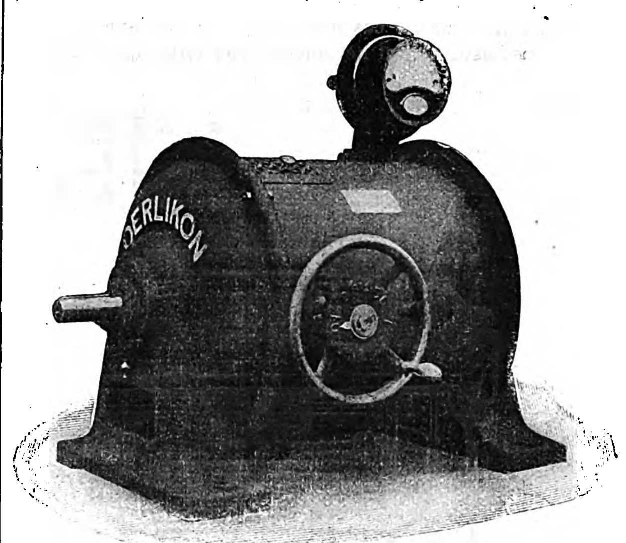


Fig. 2. — Moteur triphasé, type blindé, avec volant disposé de côté et ampèremètre.

éclaboussements d'eau. Pour les locaux très humides ou ceux dans lesquels il se développe beaucoup de poussière ou des vapeurs acides, le moteur est alors exécuté complètement fermé. Dans ce cas, il faut prévoir pour la ventilation un appel d'air directement en communication avec l'extérieur.

Par des modifications spéciales, les moteurs peuvent

aussi être appropriés à l'emploi dans des mines grisouteuses.

Les détails de construction des moteurs blindés à ventilation forcée sont visibles sur les figures 1, 2, 3, 4 et 5.

La carcasse est en fonte grise; les flasques forment en même temps les pieds du moteur. La carcasse peut facilement être décalée de 90° et de 180°, de sorte que le volant de commande peut être disposé, au gré du client,

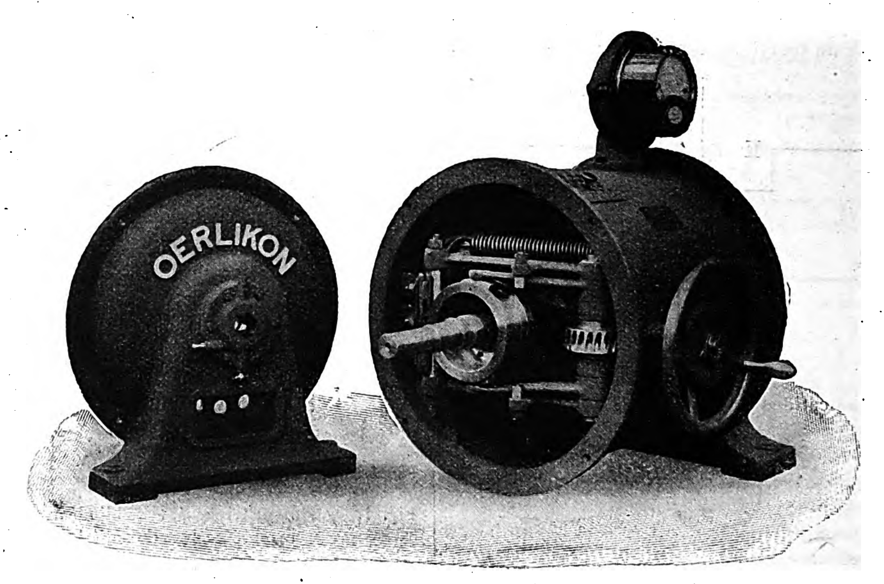


Fig. 3. — Moteur triphasé, type blindé, flasque démonté.

au-dessus (*fig.* 1), de côté (*fig.* 2 et 3), ou au-dessous du moteur. Dans tous les cas où la hauteur de l'axe du moteur au-dessus du sol ne dépasse pas 1,10 m, la disposition du volant de commande au-dessus de la carcasse (*fig.* 1) est préférable sous tous les rapports. Une disposition latérale réclamerait le montage du moteur sur

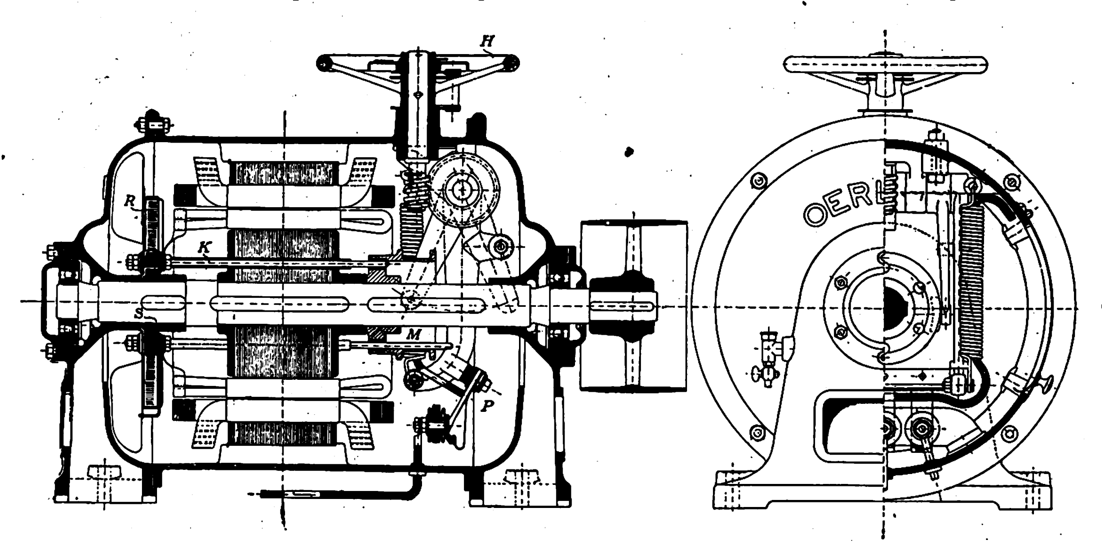


Fig. 4. — Sections longitudinale et transversale d'un moteur triphasé, type blindé.

un haut fondement, afin de mettre le volant dans une position commode pour son maniement.

Les paliers sont des paliers avec coussinets à billes.

La résistance de démarrage R se compose de ruban de cuivre enroulé en forme de galette et est montée sur l'arbre du moteur, directement derrière l'induit, sur un support S qui sert en même temps de porte-contacts (*fig.* 4 et 5). Les contacts se composent de tiges de cuivre polies K d'inégales longueurs, qui sont disposées autour de l'arbre et qu'on court-circuite successivement au moyen du manchon M. Le nombre de ces contacts est de 6 pour les moteurs jusqu'à 25 chevaux, tandis que



ceux de puissances plus élevées sont munis de 9 contacts. Par cette construction du dispositif de démarrage on rend superflus les bagues collectrices et les balais, seules pièces réclamant un contrôle constant.

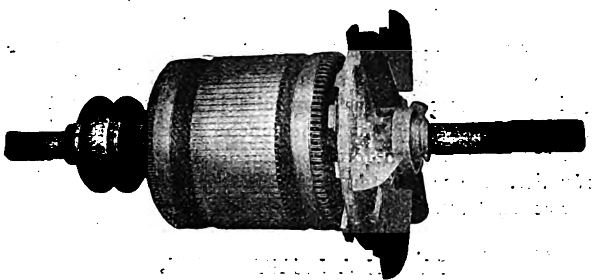


Fig. 5. — Rotor complet avec ventilateur et résistance de démarrage.

L'interrupteur principal est également disposé à l'intérieur du moteur; on pourra en outre, dans certains cas, placer un ampèremètre sur la carcasse (*fig.* 2). Par cette concentration de tous les appareils de commande sur le moteur même, on évite complètement l'emploi d'un tableau de commande; seuls les fusibles sont à monter séparément.

L'enclenchement, le démarrage et la mise en court-circuit de l'enroulement s'effectuent à l'aide du volant à main H disposé à l'extérieur du bâti (*fig.* 4). En tournant ce volant sur la position I, on enclenche l'interrupteur P; de forts ressorts à boudins pourvoient à un bon contact des pièces de mise en circuit. En continuant à tourner le volant dans le même sens, on décale le manchon M qui court-circuite peu à peu la résistance de démarrage. Pour déconnecter le moteur, on tourne le volant en sens inverse. Le service du moteur est donc des plus simples, et une fausse manœuvre n'est absolument pas à craindre.

Pour l'obtention d'une bonne ventilation du moteur, on a disposé à son intérieur un ventilateur, monté directement derrière l'induit, sur la résistance de démarrage. L'amenée et l'échappement de l'air s'effectuent d'une part par les socles des paliers, d'autre part par des ouvertures ménagées dans les flasques, et de telle manière, que l'air frais, en entrant par la partie postérieure du moteur, passe tout d'abord sur la résistance de démarrage, dont le poids, par le fait de cette excellente ventilation, a pu être réduit à un minimum.

La sortie de l'air de refroidissement est facilitée par quelques ouvertures pratiquées à la partie inférieure des flasques (*fig.* 3), ainsi que par deux ouvertures ménagées sur le pourtour de la carcasse et recouvertes de tôles perforées (*fig.* 1). Ces dernières ouvertures servent au contrôle de l'interrupteur et du dispositif de mise en court-circuit. Quand il y a à craindre que le moteur n'ait à souffrir de l'accès d'eau, de poussière, etc., les tôles perforées sont remplacées par des tôles pleines.

Lorsqu'il est nécessaire de prévoir pour la ventilation du moteur un appel d'air de l'extérieur, on ferme hermétiquement toutes les ouvertures. L'amenée et l'échappement de l'air s'opèrent alors par les pieds du moteur, par l'intermédiaire de canaux particuliers pratiqués dans le sol. Dans ce cas, les rails-tendeurs sont remplacés par un châssis-tendeur spécialement construit à cet effet.

Au point de vue de la surcharge, de l'échauffement et de l'isolation, les moteurs correspondent aux règles fixées par l'Association des Électrotechniciens allemands. GEORGES ZINDEL.

DIVERS.

La séparation électrostatique des minerais des stériles par le trieur Huff (1). — Les minerais métalliques sont généralement plus ou moins bons conducteurs de l'électricité ou peuvent être rendus tels par un traitement très simple, tandis que les stériles sont presque toujours mauvais conducteurs. Si donc on communique à un mélange de minerai et de stériles une charge d'électricité, les premiers se satureront presque instantanément, alors que les autres ne prendront cette charge que progressivement. Si, d'autre part, on leur communique cette charge quand ces matières sont placées sur une plaque métallique, cette plaque se charge comme les parties conductrices du mélange, de sorte qu'elle repousse ces particules conductrices avec d'autant plus d'énergie qu'elles auront pris une charge plus forte, tandis que les stériles resteront inertes ou même adhéreront à la surface. C'est sur ce principe que sont basés les séparateurs électrostatiques pour minerais.

Dans le trieur Huff le cylindre métallique sur lequel tombe le mélange des produits à séparer n'est pas directement connecté à la source d'électricité et tourne devant une électrode servant à électriser ce mélange et le cylindre lui-même. Le minerai conducteur est repoussé du cylindre, tandis que les stériles (quartz) restant adhérents au cylindre, sont entraînés plus loin et sont enfin détachés par une brosse. L'appareil comporte d'ailleurs une série de cylindres superposés, agissant successivement sur ce mélange. La charge électrique est fournie par un alternateur, avec transformateur et interrupteur-redresseur de courant.

Cet appareil est adopté par l'American Zinc, Lead and Smelting C°, qui l'emploie dans ses usines de Platteville (Wisconsin) pour traiter journellement 80 tonnes d'un mélange de blende et de marcassite à 25 pour 100 de zinc et 25 pour 100 de fer: le concentré obtenu titre paraît-il, 55 à 60 pour 100 de zinc et 2 à 3 pour 100 de fer. La blende, généralement très peu conductrice, à l'état pur, est rendue meilleure conductrice par une immersion dans une dissolution très diluée de sulfate de cuivre.

(1) WENTWORTH, *Electrical World*, t. LVI, 6 octobre 1910, p. 789.

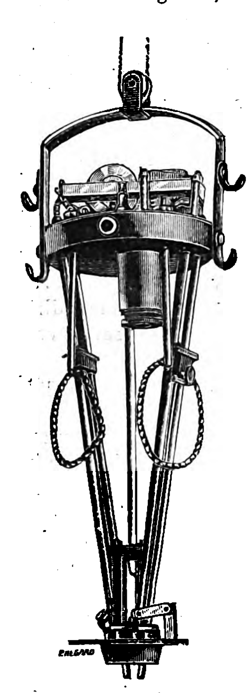
ÉCLAIRAGE.

LAMPES A ARC.

Lampe à arc à flamme A.B.C.

Les constructeurs de lampes à arc tendent de plus en plus à adopter l'arc renversé et construisent actuellement des appareils dans lesquels les charbons sont disposés en V.

Avec cette disposition, le réglage des charbons est très délicat; au début il était obtenu par des organismes compliqués qui, s'ils n'assuraient pas toujours un fonctionnement régulier, augmentaient à coup sûr le prix de la lampe. L'expérience a démontré la nécessité d'adopter des combinaisons plus simples qui, en supprimant un grand nombre des causes de perturbations qu'on rencontrait autrefois, ont permis de donner à ces appareils des organes plus robustes et d'abaisser notablement leur prix de revient.



La lampe A.B.C. (*fig.* 1), de création récente, est intéressante à signaler à ce point de vue.

Dans cet appareil, les porte-charbons descendent par leur propre poids; ils sont suspendus par des câbles en cuivre souple s'enroulant sur un tambour, et sont guidés par des colonnettes en tube de laiton formant entretoise entre deux calottes en fonte. La calotte supérieure supporte un train d'engrenages avec échappement. La calotte inférieure est percée de deux trous garnis de stéatite, dans lesquels passent les charbons. L'un des charbons est fixe, l'autre est mobile et sous la dépendance d'une bobine shunt qui règle tout le système. Un enroulement en gros fil traversé par le courant total forme souffleur magnétique et oblige l'arc à s'étendre vers le bas.

Le fonctionnement se comprend facilement : au moment de la fermeture du circuit les charbons sont à l'écart, mais l'armature de la bobine étant attirée entre en action et amène les charbons en contact, l'arc s'amorce; la différence de potentiel aux bornes de la bobine shunt ayant baissé, l'armature retombe en écartant les charbons et la lampe continue à fonctionner. En marche le réglage est très simple, l'arc s'allonge à mesure que les charbons s'usent et la différence de potentiel aux bornes de la bobine croît; la force portante de la bobine croît dans les mêmes proportions et l'armature est attirée de plus en plus. Elle rapproche les charbons jusqu'à une limite invariable au delà de laquelle elle déclenche l'échappement qui laisse descendre les charbons jusqu'au moment où l'armature en retombant l'enclenche de nouveau.

Cette lampe a un fonctionnement très souple et très régulier. Elle se monte par deux en série sous 110 volts, sur courant continu ou alternatif.

LAMPES A INCANDESCENCE.

Essais de lampes au tungstène [1].

MM. Amrine et Guell ont publié, dans le n° 33 du *Bulletin de l'Université d'Illinois* (1909), les résultats de recherches qu'ils ont effectuées sur trois types de lampes à incandescence à filaments de tungstène, l'un (P) d'origine américaine, les deux autres (D et C) d'origine allemande. Ces lampes différaient, et par le mode d'obtention du filament, et par le montage de celui-ci.

Les filaments de la lampe P étaient obtenus par le procédé Auer : du tungstène en poudre fine étant mélangé avec un agglomérant approprié, on file cette pâte à la presse, et le filament obtenu est chauffé dans une atmosphère de vapeur et d'hydrogène pour éliminer le carbone de l'agglomérant. La lampe se composait de 4 filaments, en V, en série, connectés au support par fusion du métal, et montés librement à leur autre extrémité, de façon à permettre la contraction qui se produit après quelque temps de marche.

Les filaments de la lampe D étaient obtenus par dépôt : un filament de carbone est chauffé dans une atmosphère telle que l'oxychlorure de tungstène. Le métal se dépose sous forme d'un pellicule mince. On élève ensuite la température de façon à provoquer la combinaison, et la formation de carbure de tungstène, qui est enfin réduit par un procédé analogue au précédent.

La lampe comprend encore 4 filaments en V, mais dont l'angle est retenu par des ressorts très souples qui maintiennent le filament légèrement tendu. L'ensemble du support des filaments est monté entre deux ressorts à boudin qui forment une suspension élastique. Les connexions entre le filament et les conducteurs de liaison sont obtenues par de la pâte.

Dans la lampe C, le filament est obtenu par le procédé colloïdal. On forme le tungstène colloïdal, soit en maintenant un arc entre électrodes de tungstène dans un liquide, soit en réduisant du trioxyde tungstique par le cyanure de potassium. La masse, étant amenée à consistance, est filée à la presse; on sèche le filament obtenu et on le porte graduellement au rouge blanc dans une atmosphère non oxydante. On le transforme ainsi en

(1) Rapport présenté au Comité technique du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité, par M. Drouin, sur les essais de T.-H. Amrine et A. Guell.



tungstène cristallin. Le filament se compose de 4 boucles, disposées en spirale d'une façon particulière et montées assez librement pour permettre la contraction. Comme dans la lampe P, les connexions sont obtenues par fusion.

Les dimensions générales des filaments sont les suivantes :

Lampe.	Longueur totale du filament.	Diamètre.	Surface totale.
C.........	505 mm	0,035 mm	55 mm^2
D.........	405 —	0,031 —	65 —
P.........	489 —	0,041 —	63 —

Les trois lampes étaient dites de 25 watts, 110 volts 1,25 watt par bougie. La courbe moyenne des consommations spécifiques relevée sur 100 lampes de chaque type a été à peu près une droite, passant :

Pour

la lampe P, par 1,22 watt à 25 bougies et 1,35 watt à 17 bougies.
— C, — 1,16 — à 25 — et 1,49 — à 17 —
— D, — 1,19 — à 25 — et 1,53 — à 17 —

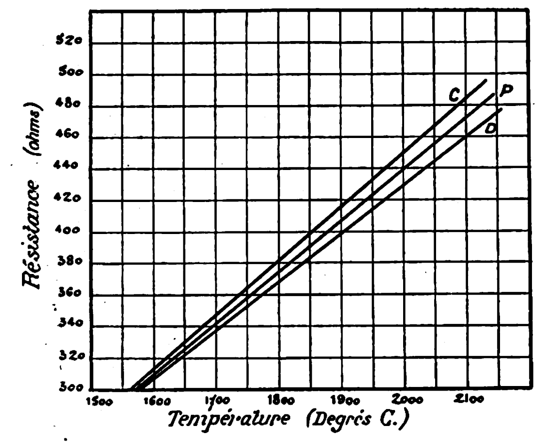


Fig. 1.

Les auteurs font remarquer que la forme de la lampe C est défavorable au rendement, le nombre de points de

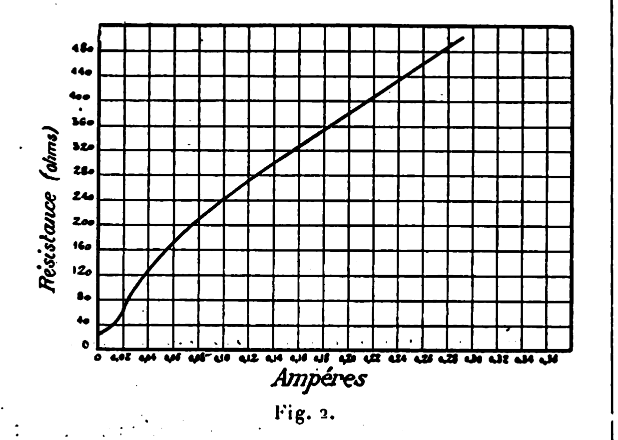


Fig. 2.

contact avec le support étant trois fois plus grand que dans les autres, d'où un refroidissement plus accentué. Dans les lampes D et P, une longueur de 3 mm environ de l'angle du filament reste obscure, ainsi qu'une longueur de 1,5 mm à la base. Ainsi sur une longueur totale de 25 mm, le filament se comporte comme une simple résistance. Dans la lampe C, la longueur correspondante est de 65 mm environ.

Caractéristique de chaque lampe. — Les filaments métalliques ont, bien entendu, un coefficient de température positif.

La figure 1 est une courbe des résistances en fonction des températures; la figure 2, la même courbe en fonction des intensités.

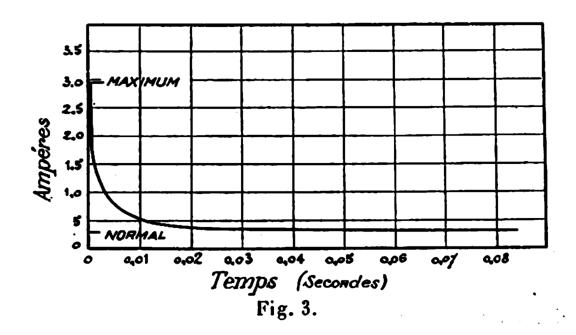


Fig. 3.

La figure 3, relevée à l'oscillographe, montre l'allure du phénomène bien connu qui se produit, à l'allumage, en raison de la résistance plus faible (intensité beaucoup plus grande que l'intensité normale, et éclair correspondant).

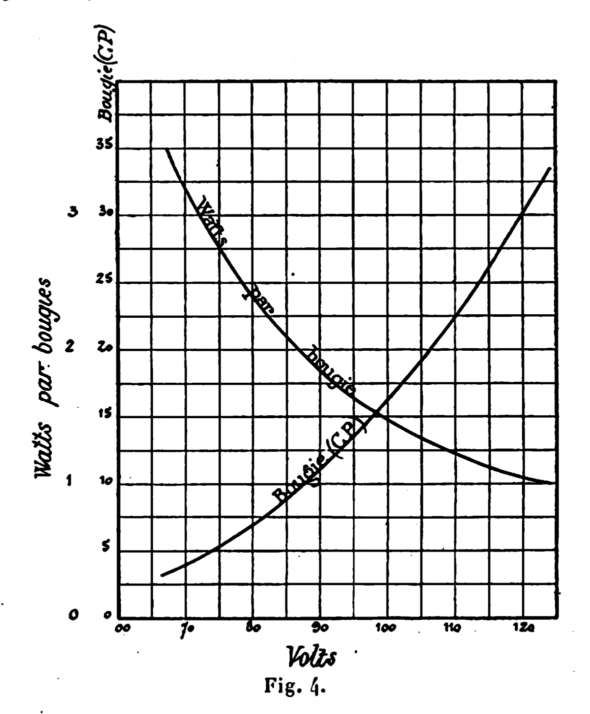


Fig. 4.

La figure 4 montre la relation entre l'intensité lumineuse et la tension, ainsi qu'entre la consommation

spécifique et la tension. L'équation de la première de ces courbes est :

$$I = 213,7 \times 10^{-8} \times E^{3,44}.$$

La figure 5 est un graphique des températures en fonction des consommations spécifiques, pour une lampe de

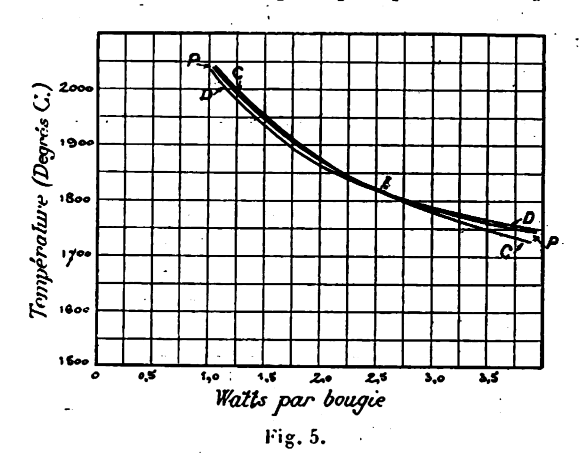


Fig. 5.

chaque sorte. La presque coïncidence des trois courbes montre que les trois filaments donnent à peu près les mêmes rendements lumineux pour les mêmes températures.

La figure 6 donne la relation entre la température et

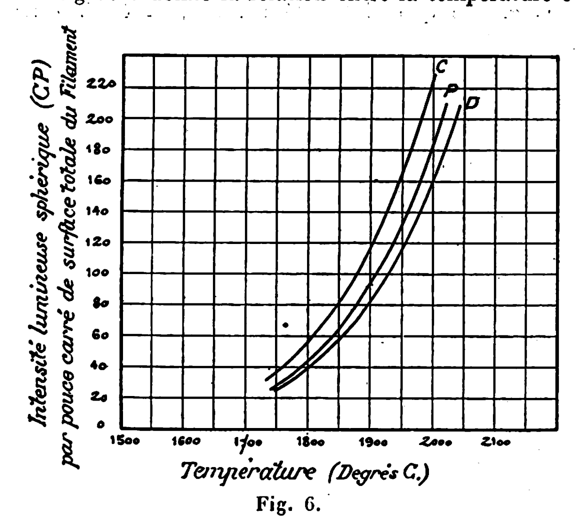


Fig. 6.

l'*émissivité*, ou l'intensité lumineuse sphérique par unité de surface totale de filament (pouce carré). La lampe C a l'émissivité la plus grande, et la lampe D l'émissivité la plus faible, à toutes les températures. L'examen des filaments au microscope en donne l'explication : le filament C est le plus régulier des trois; sa surface est unie, et ne laisse apercevoir que quelques légères craquelures; le filament P présente quelques dépressions dues sans doute à un retrait pendant l'élimination du carbone. Le filament D est le plus rugueux; il est couvert de protubérances et présente de grandes inégalités.

Distribution. — Ainsi que la disposition des filaments permettait de le prévoir, la distribution horizontale est à peu près circulaire.

La distribution verticale est légèrement différente pour les trois types de lampes. La figure 7, qui représente celle

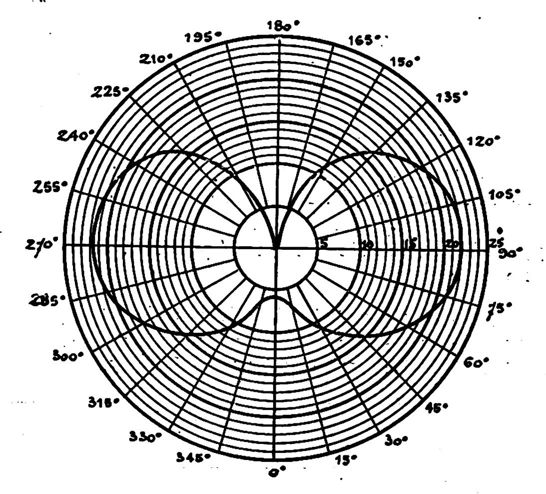


Fig. 7.

de la lampe P, en donne l'allure générale. La lampe D a l'intensité la plus faible dans la direction de la pointe; vient ensuite la lampe P; la lampe C a l'intensité la plus forte (10 bougies environ).

Les facteurs de réduction sont les suivants :

Lampe.	Intensité moyenne horizontale.	Intensité moyenne sphérique.	Facteur de réduction.
C........	21,1	17,7	0,840
D........	22,2	16,2	0,730
P........	21,9	17,2	0,785

Essais de durée. — Les essais de durée ont porté sur 50 lampes de chaque sorte : 25 ont été mises sous une tension constante, fournie par une batterie; elles ont été

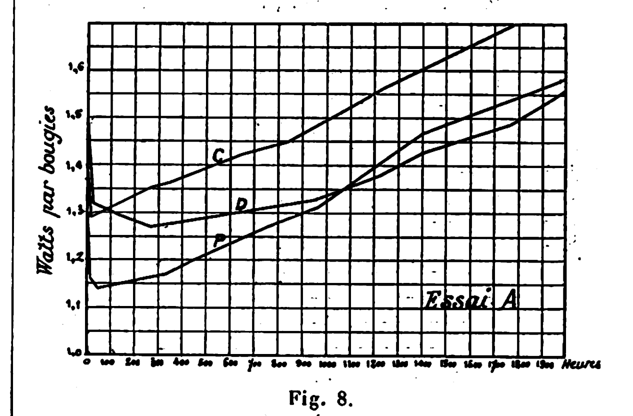


Fig. 8.

protégées des chocs par une suspension élastique. On s'est mis ainsi dans les conditions les plus favorables (A, *fig.* 8 et 10). Les 25 autres ont été mises sur un circuit alter-

natif à la fréquence 50, dont la régulation était mauvaise. Le ratelier supportant les lampes était fixé au plancher et recevait par suite toutes les vibrations d'une salle de machines située deux étages au-dessous. Cette vibration était perceptible au toucher, et d'ailleurs visible sur les filaments. Ces conditions (B, *fig.* 9 et 11) pouvaient

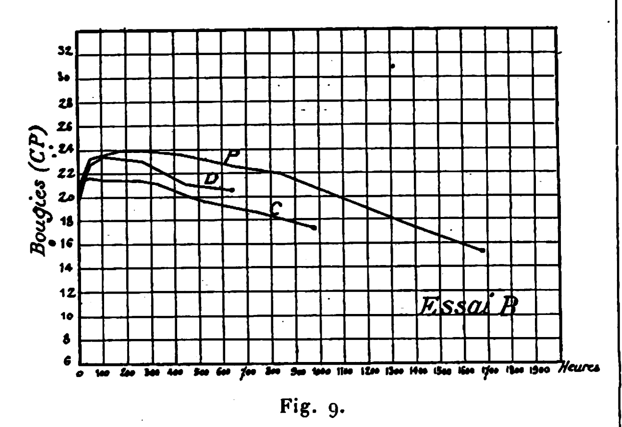


Fig. 9.

être considérées comme mauvaises, bien qu'elles eussent pu être plus défectueuses encore dans certains établissements industriels.

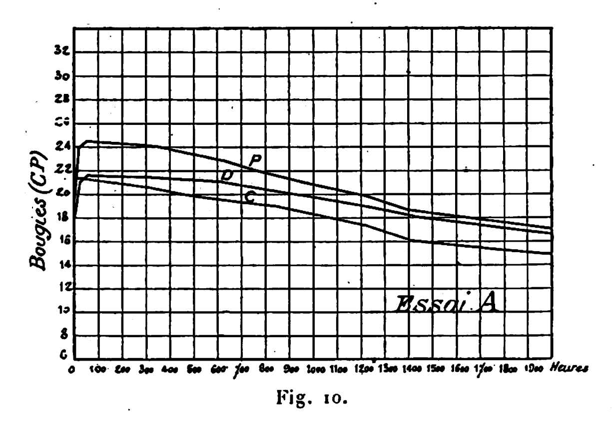


Fig. 10.

L'essai A a été limité à 2000 heures, au bout desquelles une lampe C, une lampe D et 13 lampes P brûlaient encore. Le montage de la lampe C ne permet guère le ressoudage du filament. C'est pourquoi les courbes de cette lampe sont plus régulières, et ne présentent pas les variations brusques qui se produisent dans les autres types.

Dans la lampe D, les filaments brisés peuvent facilement être soudés, au moins après la première rupture.

Avec la lampe C, les défections ont commencé à 100 heures.

Elles ont continué régulièrement jusqu'à 1500 heures, où toutes les lampes, sauf une, étaient hors d'usage.

Les lampes D ont commencé à manquer vers 300 heures. A 1900 heures, une seule brûlait encore.

Une lampe P a manqué à 300 heures, la suivante, n'ayant manqué qu'à 900 heures; à partir de ce moment elles ont cédé à raison d'environ une par 100 heures.

La comparaison des essais A et B a donné lieu à quelques surprises. La lampe D qui se comporte bien dans des conditions favorables, est tout à fait inférieure dans des conditions mauvaises. Au bout de 600 heures, toutes les lampes étaient brûlées, avec une durée moyenne de 153 heures. Les lampes C et P, qui ont donné de plus mauvais résultats dans l'essai A, ont donné, dans l'essai B, une durée moyenne beaucoup plus élevée (434 et 898 heures).

Les auteurs expliquent comme suit l'infériorité de la lampe D dans les conditions B : les filaments sont tendus, et la tige qui les supporte est montée entre deux ressorts à boudin; mais ces ressorts sont si forts et la tige si légère que, au lieu d'amortir les vibrations, le système les amplifie; on voit vibrer les filaments comme une

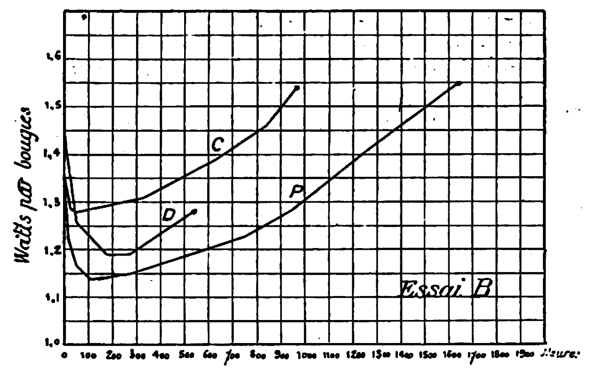


Fig. 11.

corde de violon, avec une amplitude telle que deux sections d'un filament viennent quelquefois au contact. Un léger choc était suffisant pour amorcer ces vibrations; il s'est trouvé que la tension, la masse et la longueur de certaines parties du filament étaient telles que, sur le courant alternatif, la vibration était permanente, soit par suite de l'action électrodynamique de deux sections adjacentes, soit par suite de la présence d'un champ transversal.

Sur le courant à la fréquence 50, des vibrations se produisaient encore dans un champ magnétique, mais plus faibles qu'à la fréquence 60. Les filaments des lampes P et C, non tendus, ne vibraient ni à l'une ni à l'autre fréquence, à moins d'être placés dans un champ magnétique intense. Les figures 8, 9, 10 et 11 montrent, d'après la moyenne des résultats, les variations d'intensité et de rendement en fonction du temps.

L'augmentation d'intensité, pendant les premières heures, et la chute ultérieure sont plus grandes qu'avec les lampes au carbone, la lampe P accusant la variation la plus grande. Après 2000 heures, les intensités des lampes P, D et C étaient respectivement 88 pour 100, 89 pour 100 et 77 pour 100 de la valeur primitive. On remarquera qu'il se produit, au cours de l'essai, une interversion des rendements des lampes P et D; elle est due au noircissement de la lampe P.

Pour évaluer le noircissement des diverses lampes, les auteurs se sont procuré une série de dix lampes au carbone ayant brûlé pendant des temps différents, et dont les ampoules étaient par suite diversement noircies.

Elles ont été numérotées de 0,5 à 5 suivant le Tableau ci-dessous :

Pourcentage du pouvoir éclairant initial.

Numéros.									
$\frac{1}{2}$.	1.	$1\frac{1}{2}$.	2.	$2\frac{1}{2}$.	3.	$3\frac{1}{2}$.	4.	$4\frac{1}{2}$.	5.
95	91,3	86,9	83	78,6	75,3	73	70,5	68,7	66,9

Pendant l'essai de durée, on comparait de temps en temps la couleur des lampes au tungstène avec la série de lampes, et l'on notait le numéro qui s'en rapprochait le plus. Le noircissement n'étant pas uniforme sur toute la surface de l'ampoule, on prenait comme point de comparaison l'endroit le plus foncé.

La figure 12 résume le résultat constaté, pour une

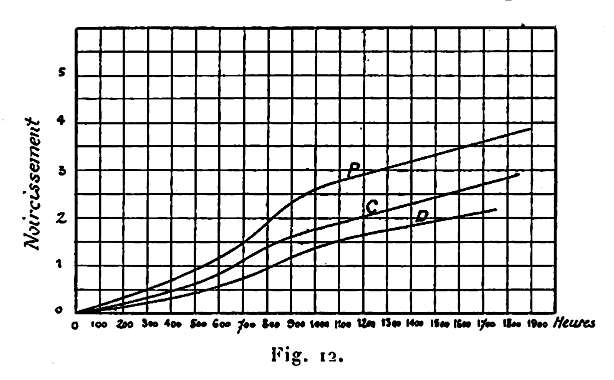


Fig. 12.

moyenne de 25 lampes de chaque sorte. Les lampes P se sont montrées peu uniformes sous ce rapport, certaines ayant brûlé 1000 à 1500 heures sans noircissement

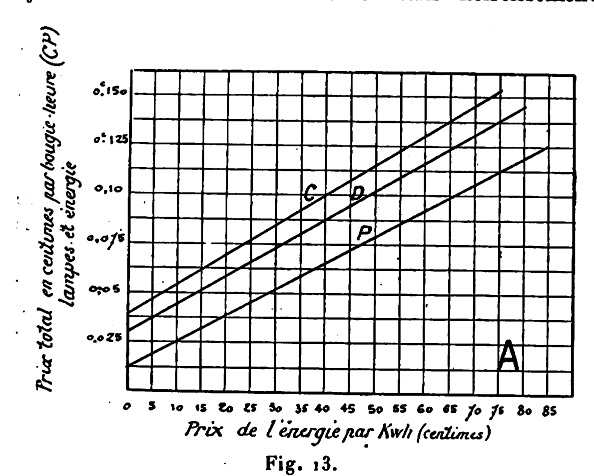


Fig. 13.

appréciable, alors que d'autres étaient aussi noires que la lampe 5. Les lampes C et D ont, au contraire, noirci uniformément.

L'observation micrographique des filaments après un long service a montré qu'ils sont devenus plus rugueux, piqués, et réduits de dimensions, surtout le filament D.

Les courbes des figures 13 et 14 indiquent, en fonction du prix de l'énergie, le prix total (lampes et énergie) par bougie-heure. Dans le cas A, on s'est basé sur une durée de 2000 heures, dans le cas B sur une durée de 1000 heures. Pour la lampe D, on remarquera que, si le prix de l'énergie est au-dessous de 0,60 à 0,65 le kw-h, la dépense totale

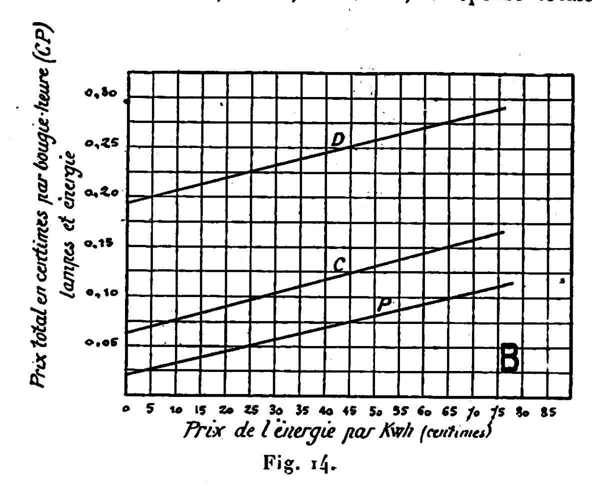


Fig. 14.

est plus élevée que celle des lampes au carbone. Il faut ajouter que le prix des lampes était relativement élevé : C, 5,40 fr; D, 7,75 fr; P, 4,25 fr.

Conclusions. — Le fait que le montage des 3 lampes n'était pas le même, rend difficile la comparaison des 3 modes d'obtention du filament.

Le montage C est évidemment le plus favorable à la bonne tenue du filament, mais il est plus compliqué et donne lieu à un refroidissement plus important.

Le montage P est bon pour l'emploi dans la position verticale, mais si la lampe est mise horizontalement, le filament peut se courber suffisamment pour venir au contact du verre.

Le montage D permet d'employer la lampe horizontalement, mais le filament tendu vibre avec plus de facilité et sa suspension élastique paraît exercer à ce point de vue une influence plutôt défavorable. Du reste, lorsqu'un filament de la lampe P se raccourcissait suffisamment pour devenir tendu il se mettait à vibrer (dans l'essai B) et ne tardait pas à casser.

La conclusion des auteurs est que, bien qu'un grand grand nombre de facteurs influent sur le fonctionnement des lampes, on peut considérer que les résultats sont très satisfaisants, et que la fabrication s'est grandement perfectionnée. C'est ainsi que le rendement se maintient pendant un temps extrêmement long, très supérieur à celui indiqué par les constructeurs.

La fragilité a aussi beaucoup diminué. Sur les 300 lampes achetées pour les essais, 3 seulement sont parvenues avec les filaments rompus et, malgré les nombreuses manipulations pendant les essais, on n'a rencontré de ce chef aucune difficulté.

Enfin le noircissement paraît bien évité, car avant 600 heures, pas une des ampoules n'a été trouvée noircie d'une façon appréciable.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

Arrêtés approuvant différents types de compteurs électriques.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, à Paris, pour approbation du type de compteur Cosinus MR monophasé, trois fils;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur Cosinus MR monophasé, trois fils, de la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, pour les calibres jusqu'à 50 ampères par pont inclusivement.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, à Paris, pour approbation du type de compteur Cosinus MR triphasé non équilibré, trois fils;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité, en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type Cosinus MR triphasé non équilibré, trois fils, de la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, pour les calibres jusqu'à 300 ampères inclusivement par phase.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, à Paris, pour approbation du type de compteur Cosinus MR triphasé, quatre fils;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur Cosinus MR, quatre fils, de la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, pour les calibres jusqu'à 50 ampères par phase inclusivement.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, à Paris, pour approbation du compteur pour courants continu et alternatif, type Vulcain B;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité, en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le compteur pour courants continu et alternatif type Vulcain B de la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, pour les calibres jusqu'à 1500 ampères inclusivement pour deux ou trois fils.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, à Paris, pour approbation du type de compteurs pour courants continu et alternatif type F;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le compteur pour courants continu et alternatif type F de la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, pour les calibres jusqu'à 15 ampères inclusivement.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, à Paris, pour approbation du type de compteur MR monophasé, deux fils;



Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur Cosinus MR monophasé deux fils de la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils, pour les calibres jusqu'à 300 ampères inclusivement.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

Le Minstre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Société génevoise pour la construction d'instruments de physique, à Genève, pour approbation du compteur type SG monophasé;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le compteur type SG monophasé de la Société génevoise pour la construction d'instruments de physique, à Genève, pour les calibres jusqu'à 100 ampères inclusivement.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Société anonyme des brevets et procédés Claret et Vuilleumier, à Saint-Ouen (Seine), pour approbation du compteur pour courant alternatif monophasé type CV;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité, en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le compteur pour courant alternatif monophasé type CV de la Société anonyme des brevets et procédés Claret et Vuilleumier, à Saint-Ouen (Seine), pour les calibres jusqu'à 100 ampères inclusivement.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, à Paris, pour approbation du type de compteur ACT-III triphasé quatre fils;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur ACT-III triphasé quatre fils de la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, à Paris, pour les calibres jusqu'à 150 ampères inclusivement.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, à Paris, pour approbation du type de compteur ACT-III triphasé non équilibré;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'Électricité en date du 17 octobre 1910;

Sur la proposition du conseilller d'État directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur ACT-III triphasé non équilibré de la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, à Paris, pour calibres jusqu'à 150 ampères inclusivement.

Paris, le 29 octobre 1910.

A. MILLERAND.

(*Journal officiel*, 30 octobre 1910.)

Arrêté du Ministre du Commerce et de l'Industrie nommant des rapporteurs techniques près le Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

Vu le décret du 18 octobre 1908, organisant près du Ministère du Commerce et de l'Industrie un Comité consultatif des Arts et Manufactures et les décrets des 18 janvier 1907 et 17 octobre 1908;

Vu l'arrêté du 17 octobre 1908, déterminant les conditions de participation des rapporteurs techniques aux travaux dudit Comité;

Sur la proposition du directeur du personnel, de la marine marchande et des transports,

Arrête :

Sont nommés, pour une nouvelle période de deux ans, à partir de la date du présent arrêté, rapporteurs techniques près le Comité consultatif des Arts et Manufactures :

MM.

Lœbnitz (Jules), fabricant de poêles et panneaux de faïence et de céramique architecturale à Paris;

Doin (Octave), libraire éditeur à Paris, ancien président du Cercle de la Librairie;

Pérol (Ferdinand), de la maison Pérol frères, président de la Chambre syndicale de l'ameublement à Paris;

Templier (Paul), bijoutier-joaillier à Paris, président de la Chambre syndicale de la bijouterie, joaillerie, orfèvrerie;

Halphen, chef du laboratoire des expertises au Ministère du Commerce et de l'Industrie;

Vœlckel (Eugène), vice-président de la Chambre syndicale des bois de sciage et d'industrie à Paris;

Guérin (Louis), filateur de lin à Lille;

Appert (Léon), maître verrier à Paris;

David Mennet, membre de la Chambre de Commerce de Paris.

Paris, le 25 novembre 1910.

JEAN DUPUY.

(*Journal officiel* du 4 décembre 1910.)



Avis de la Direction générale des Donanes du Ministère des Finances concernant le classement des marchandises non dénommées au tarif d'entrée.

(Article 16 de la loi du 28 avril 1816.)

La Direction générale des douanes porte à la connaissance des personnes intéressées les assimilations et classifications dont le relevé suit et qui, en ce qui concerne les assimilations, entreront en vigueur dans les délais fixés par l'article 2 du décret du 5 novembre 1870, soit, à Paris, un jour franc après la publication du *Journal officiel*, et partout ailleurs, dans l'étendue de chaque arrondissement, un jour franc après l'arrivée au chef-lieu de l'arrondissement du journal qui les contient.

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	INDICATION DES ARTICLES DU TARIF AVEC LESQUELS LES PRODUITS DÉSIGNÉS CI-CONTRE ONT ÉTÉ CLASSÉS ET DONT ILS SUIVRONT LE RÉGIME.
Appareils allumeurs magnéto-électriques	V. ci-après *Magnétos d'allumage.*
Câbles *ou* Courroies de transmission en fils de fer ou d'acier guipés de fils de textiles, avec douilles en métal nickelé ayant une importance notable.	*Ouvrages nickelés* (n° 579).
Chaudières à vapeur à foyers intérieurs, chaque foyer comportant au plus 5 tubes Galloway.	*Régime du n°* 526 *bis.*
Cordelettes en fils de cuivre ou de laiton	*Régime des n°s* 575, 496 *ou* 579, selon l'espèce.
Évaporateurs en fonte, avec serpentin soudé par rapprochement ou recouvrement.	*Appareils non dénommés* (n° 525 *sexiès*).
Faux-fonds de cuves, chaudières, etc., en segments de tôle de cuivre perforée d'au moins 500 trous par mètre carré.	*Régime du n°* 543 *bis*, selon le cas.
Fers à souder :	
en fer ou acier	*Autres outils* (n° 537).
entièrement ou partiellement en cuivre, laiton ou bronze	*Outils en cuivre* (n° 572 *bis*).
Fourche-terminus pour fixer les extrémités des fils ou câbles électriques.	*Régime du n°* 568 *ou du n°* 575, selon l'espèce.
Gants confectionnés en caoutchouc	*Articles confectionnés en caoutchouc autres* (n° 620).
Mastic isolant à base de brai de houille et de résine indigène	*Résineux indigènes* (n° 115).
Ouvrages et pièces de machines en acier-nickel, la proportion de nickel représentant :	
6 pour 100 ou moins	*Ouvrages et pièces de machines en acier, selon l'espèce.*
Plus de 6 pour 100	*Ouvrages en nickel allié* (n° 579), à moins qu'ils ne soient passibles, en raison de leur destination, d'une taxe plus élevée.
Piles à liquides	*Ouvrages en zinc*, selon l'espèce (n° 578).
Poulies de transmission pour machines dynamo-électriques :	
Importées avec les appareils auxquels elles appartiennent	*Machines dynamo-électriques* (n° 524).
Importées séparément	*Poulies de transmission* (n° 525 *bis*).
Projecteurs électriques (cage en tôle renfermant une lampe à arc mobile devant un miroir réflecteur et montée sur un socle muni d'engrenages et contenant deux dynamos; électro-aimant fixé sur la cage et fils conducteurs).	Droit des *Appareils électrotechniques* sur le socle, la cage et l'électro-aimant considérés comme formant un seul appareil (n° 524 *bis*). Dynamos, lampe, réflecteur et fils à taxer séparément (n° 524, 536 *bis*, 635, 1er paragraphe et 535 *ter*).
Supports-guides pour laminoirs :	
Importés avec les laminoirs auxquels ils doivent être adaptés	*A considérer comme partie intégrante des laminoirs* (n° 525).
Importés isolément	*Pièces détachées de machines*, selon l'espèce.
Thermomètres enregistreurs à cadran	*Thermomètres* (n° 634 *ter*, § 3).
Transmissions globiques à vis sans fin, pour réduction ou multiplication de vitesse :	
Pour motocyclettes	*Pièces de vélocipèdes* (n° 614 *bis*).
Pour moteurs, machines, appareils de levage, etc	*Pièces détachées de machines et de transmissions*, selon l'espèce (n° 532, 533 *ter* et *quater*, 535 et 535 *bis*).
Tubes en fer ou en acier, emboutis ou sans soudure, dont le diamètre n'est pas uniforme d'une extrémité à l'autre.	*Catégorie à déterminer d'après le plus petit diamètre* (n° 567 *bis*).

(*Journal officiel* du 5 décembre 1910.)

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes nommant un Secrétaire adjoint rapporteur de la Commission des distributions d'énergie électrique.

Par arrêté du 2 décembre 1910, M. Girousse, ingénieur des télégraphes, secrétaire adjoint du Comité permanent d'électricité, a été nommé, en outre, secrétaire adjoint rapporteur de la Commission des distributions d'énergie électrique, à dater du 1er décembre 1910.

(*Journal officiel* du 4 décembre 1910.)



Arrêté préfectoral relatif à la publication des rôles des droits d'épreuve ou de vérification des appareils à vapeur et des récipients de gaz comprimés ou liquéfiés pour le deuxième trimestre de l'année 1910.

Le Sénateur, préfet du département de la Seine,

Vu la loi du 19 juillet 1909, qui règle les contributions directes de toute nature à percevoir pour 1910;

Vu la loi du 30 décembre 1909, autorisant (art. 4) la perception desdites contributions;

Vu la loi du 18 juillet 1892, notamment les articles 6 et 7, relatifs aux droits à percevoir pour les épreuves des appareils à vapeur;

Vu la loi du 13 avril 1898 (art. 9);

Vu les lois, règlements et instructions sur la rédaction et la publication des rôles,

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Les rôles pour le deuxième trimestre de l'année 1910 des droits d'épreuve des appareils à vapeur, rendus exécutoires le 21 novembre courant, sont publiés à la date de ce jour, 27 novembre 1910.

ART. 2. — Les contribuables qui se croiront imposés à tort ou surtaxés pourront réclamer contre les taxes auxquelles ils sont assujettis, par voie de réclamations individuelles adressées au préfet dans les trois mois de ladite publication, c'est-à-dire avant le 1er mars prochain. Après l'expiration de ce délai, les réclamations ne seront plus recevables, sauf dans les cas de faux ou double emploi, où le délai ne prend fin que trois mois après que le contribuable a eu connaissance des poursuites officiellement dirigées contre lui par le percepteur pour le recouvrement de la cote indûment imposée.

ART. 3. — Les réclamations doivent, si elle sont pour objet une cote égale ou supérieure à 30 francs, être écrites sur papier timbré.

ART. 4. — Conformément à l'article 17 de la loi du 13 juillet 1903, les réclamations adressées au Préfet devront mentionner à peine de non-recevabilité.

1° La contribution à laquelle elle s'applique;

2° A défaut de la production de l'avertissement ou de l'extrait du rôle, le numéro de l'article du rôle dans lequel figure cette contribution;

3° L'objet de la réclamation et l'exposé sommaire des motifs de nature à la justifier.

Aux termes du même article, nul n'est admis à introduire ou à soutenir une réclamation pour autrui s'il ne justifie d'un mandat régulier. Le mandat doit être, à peine de nullité, écrit sur papier timbré et enregistré, à moins que la demande à laquelle il s'applique n'ait pour objet une cote inférieure à 30 francs. Il doit, sous la même sanction, être produit en même temps que la réclamation, lorsque celle-ci est introduite par le mandataire.

Les frais de timbre et d'enregistrement du mandat sont, comme les frais de timbre de la demande, remboursés aux intéressés lorsque les demandes sont reconnues fondées.

ART. 5. — Aux termes de l'article 7 de la loi du 18 juillet 1892, le montant intégral desdits droits sera exigible, en une seule fois, dans les 15 jours de la publication des rôles.

Fait à Paris, le 27 novembre 1910. J. DE SELVES.

Par le Préfet :
Le Secrétaire général de la Préfecture,
ARMAND BERNARD.

(*Bulletin municipal officiel* du 28 novembre 1910.)

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Compagnie Lyonnaise d'électricité.* Assemblée ordinaire le 16 décembre, 3 h, Palais de la Bourse, à Lyon (Rhône).

Le Gaz et l'Électricité. Assemblée ordinaire le 17 décembre, 2 h 30 m, 75, boulevard Haussmann, Paris.

Société Lorraine d'éclairage et de force par l'électricité. Assemblée extraordinaire le 3 décembre, 1 h 30 m, 1, place d'Armes, à Verdun.

Compagnie d'électricité de Marseille. Assemblée ordinaire le 15 décembre, 3 h 30 m, 5, rue Boudreau, Paris.

Société Nantaise d'éclairage et de force par l'électricité. Assemblée ordinaire le 17 décembre, 2 h, au siège social.

Société d'énergie électrique de l'Aube. Assemblée ordinaire le 15 décembre, 11 h, au siège social, à Troyes (Aube).

Compagnie générale d'éclairage de Bordeaux. Assemblée ordinaire le 20 décembre, 10 h 30 m, 10, rue de Mogador, Paris.

Société régionale de distribution électrique du Centre. Assemblée ordinaire le 19 décembre, 3 h, 5, rue du Havre, Paris.

Société d'électricité de Périgueux. Assemblée extraordinaire le 15 décembre, 4 h, au siège social.

Compagnie générale d'électricité. Assemblée ordinaire le 17 décembre, 3 h 30 m, 6, rue Chauchat, Paris.

Société Biterroise de force et lumière. Assemblée ordinaire le 17 décembre, 11 h, 20, rue Lafayette, Paris.

Compagnie électrique comtoise. Assemblée ordinaire le 15 décembre, 1 h 30 m, Hôtel Plat, avenue de la Gare, à Marnay.

Société électrique du Toulois. Assemblée extraordinaire le 17 décembre, 2 h 30 m, 33, boulevard Lobau, à Nancy (M.-et-M.).

Compagnie électrique de Menton. Assemblée ordinaire le 20 décembre, 11 h, 9, rue Pillet-Will, Paris.

Sud-Électrique. Assemblée ordinaire le 22 décembre, 4 h, 8, rue Pillet-Will, Paris.

Compagnie parisienne du Secteur Opéra. Assemblée constitutive le 9 décembre, 3 h, 167, rue Montmartre, Paris.

Société électrique de Rosny, Guernes, Rolleboise. Assemblée ordinaire le 18 décembre, 2 h 30 m, au siège social.

L'Union électrique. Assemblée ordinaire le 28 décembre, 10 h, à Saint-Claude (Jura).

Société Ariégoise d'électricité. Assemblée extraordinaire le 30 décembre, 2 h, 31, boulevard Carnot, à Toulouse (Haute-Garonne).

Compagnie Lorraine d'électricité. Assemblée constitutive le 10 décembre, 10 h, 58, rue Saint-Jean, à Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Électricité de Saïgon. Assemblée ordinaire le 21 décembre, 10 h, 20, rue de Mogador, Paris.

Forces motrices de la Vis. Assemblée ordinaire le 20 décembre, 10 h, 8, rue Pillet-Will, Paris.

Nouvelles Sociétés. — *Société en commandite Vivet et Cie.* — Siège social à Marseille (Bouches-du-Rhône), 77, rue d'Aubagne. Durée : 10 ans. Capital : 64 700 fr dont 60 000 fr par la commandite.

Société Flérienne d'électricité. Siège social à Flers (Orne). Durée : 40 ans. Capital : 300 000 fr.

Société électrique de Chartèves. Siège social à Chartèves (Aisne). Durée : 30 ans. Capital : 40 000 fr.

Compagnie électrique du Secteur de la Rive gauche de Paris. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'assemblée générale ordinaire du 25 mai 1910, nous extrayons ce qui suit :

Le compte de résultat se solde, pour l'exercice 1909, par un bénéfice de 907 845,09 fr. Il avait été en 1908 de 382 975,24 fr, soit un excédent de 524 869,85 fr.

BILAN.

Actif.

Actif disponible	1 580 200,94
Actif réalisable	719 958,36
Actif réalisable à long terme	300 000 »
Actif en magasin	382 513,79
Actif immobilisé restant la propriété de la Compagnie	8 483 858,28
Comptes d'ordre	23 933,37
Comptes à amortir	1 743 549,70
Total	13 224 014,44



État comparatif des comptes d'exploitation de 1908 et 1909.

		EXERCICE 1908.		EXERCICE 1909.	
Recettes :	Vente de courant	2721191,09	3385773,10	2738717,75	3798178,23
	Location et entretien de compteurs, branchements, éclairage public	416095,99		494211,27	
	Recettes diverses	138212,68		92649,21	
	Participation dans les bénéfices du Comité de l'Union	110273,34		472600 »	
Dépenses :	Exploitation de l'usine	1735150,08	2795853,80	1644260,69	2725548,79
	Distribution du courant	471082,30		480049,54	
	Services administratifs	377097,42		388714,56	
	Droits d'usage des immobilisations cédées à la C. P. D. E	212524 »		212524 »	
Produit net de l'exploitation			589919,30		1072629,44

État comparatif des comptes de résultat de 1908 et 1909.

		EXERCICE 1908.		EXERCICE 1909.	
Recettes :	Produits de l'exploitation	589919,30	785575,24	1072629,44	1142470,09
	Intérêts sur immobilisations cédées	124008 »		31810,75	
	Intérêts et escomptes divers	71647,94		38029,90	
Dépenses :	Intérêts sur obligations		402600 »		234625 »
Bénéfices de l'exercice			382975,24		907845,09

Passif.

Passif exigible à court terme	803916,97
Passif exigible à long terme	629775,90
Passif de la Société envers les tiers	1846500 »
Passif de la Société envers elle	9000000 »
Compte de réserve et d'amortissement	35976,48
Compte de résultats	907845,09
Total	13224014,44

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique.

DATES	CUIVRE « STANDARD ».			CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE.		
	£	sh	d	£	sh	d
25 novembre 1910.	57	16	3	59	15	»
28 » » .	57	13	9	59	15	»
29 » » .	57	»	»	59	10	»
30 » » .	57	»	»	59	10	»
1er décembre » .	57	2	6	59	10	»
2 » » .	57	3	9	59	7	6
5 » » .	57	3	9	59	5	»
6 » » .	56	17	6	59	2	6
7 » » .	56	16	3	59	2	6
8 » » .	56	17	6	59	»	»
9 » » .	57	»	»	59	»	»

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

Avis commerciaux. — RAPPORTS COMMERCIAUX DES AGENTS DIPLOMATIQUES ET CONSULAIRES DE FRANCE (1). — N° 919. *Turquie.* — Le vilayet de Kossovo au point de vue industriel, agricole et commercial pendant l'année 1909.

Turquie. — Le Ministre du Commerce et des Travaux publics de Turquie a publié, à la date du 30 octobre 1910, un arrêté fixant les conditions dans lesquelles seront délivrées dorénavant les contrats d'études pour les entreprises de travaux publics dans l'Empire ottoman.

Nous tenons à la disposition de nos adhérents des renseignements relatifs à cet arrêté.

INFORMATIONS DIVERSES.

Diplôme d'ingénieur frigoriste. — L'Association française du Froid vient d'instituer un diplôme d'ingénieur frigoriste.

Les candidats à ce diplôme doivent être déjà diplômés de l'une des Écoles suivantes :

École Polytechnique. — École supérieure d'Électricité. — École des Mines. — Écoles des Ponts et Chaussées. — École Centrale. — École des Mines de Saint-Étienne. — École Supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique. — Institut agronomique. — Écoles d'Arts et

(1) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 9, rue d'Édimbourg.



Métiers. — École de Physique et de Chimie. — Institut industriel du Nord. — École centrale de Lyon. — École des Ingénieurs de Marseille. — Institut électrotechnique de Grenoble. — Institut chimique de Nancy. — École nationale des Industries agricoles.

Les candidats étrangers munis d'un diplôme équivalent au diplôme français pourront subir les épreuves au même titre que les français.

Le diplôme en question comporte des épreuves orales et la présentation d'un projet d'une installation frigorifique. Le programme sur lequel portent les examens oraux comprend : Physique théorique ; Mécanique et Thermodynamique; Chimie générale et Chimie biologique; Mathémathiques ; Législation ; Matériel frigorifique et construction des matériaux isolants; Applications à l'hygiène; Applications à l'alimentation; Mines, Métallurgie et Travaux publics; Applications à l'Agriculture et aux Industries agricoles ; Applications aux Industries physiques et chimiques ; Production et utilisation des très basses températures.

Les inscriptions se font au Siège social de l'Association française du Froid, 9, avenue Carnot, Paris (17e).

Génération. — Machines a vapeur demi-fixe. — Dans un article publié il y a quelques mois sur l'Exposition de Bruxelles, l'auteur signalait, parmi les machines à vapeur utilisées pour la production de l'électricité, la machine demi-fixe de 450 kw exposée par la maison Wolf. Cette machine présente les perfectionnements les plus récents apportés aux grandes machines fixes : compoundage, double surchauffe, condensation. En raison de sa marche économiqae et du faible encombrement qu'elle présente, cette machine va être installée dans un vaste atelier de construction belge, celui de la Compagnie internationale d'Électricité (anciennement Pieper).

Transmission. — Transmission d'énergie électrique a 110000 volts en Saxe. — Les usines mécaniques de Lauchhammer, situées respectivement à Burghammer, Lauchhammer, Gröditz et Riesa, avaient été jusqu'ici alimentées par des stations de force motrice séparées. Or, comme les usines de Lauchhammer, suivant les récentes recherches géologiques, se trouvent sur un abondant champ de lignite, ses directeurs conçurent le projet d'installer une transmission de force motrice alimentée par une grande station génératrice, afin de faire profiter du lignite les autres usines de la Société. Pendant qu'était à l'étude cet intéressant projet, une société industrielle s'apprêtait à installer, à Gröba, une station centrale destinée à distribuer l'énergie électrique à quatre districts du royaume de Saxe (Grössenhain, Meissen, Oschatz et Döbeln). C'est ce qui suggéra l'idée de combiner ces deux projets et de conclure, avec la Société d'Électricité de Gröba, un contrat aux termes duquel une grande quantité d'énergie électrique serait fournie à une station transformatrice spéciale, destinée à l'alimentation des usines de Gröditz et de Riesa. La station génératrice comporte actuellement trois turbo-alternateurs de 5000 kilowatts, auxquels deux nouvelles unités viendront s'ajouter sous peu. Après de sérieuses expériences faites en Allemagne et à l'étranger, la maison Lauchhammer adopta, pour la transmission de l'énergie, une tension de 110000 volts, de beaucoup la plus élevée qu'on ait jusqu'ici employée en Europe. L'ensemble très complet de l'usine transformatrice, des tableaux de distribution et des appareils, est fourni par la maison Siemens-Schuckert. L'usine transformatrice comporte actuellement trois transformateurs triphasés à bains d'huile, de 6800 kilovolts-ampères chacun, qui élèvent la tension de 5050 volts à la tension de transmission de 110000 volts.

L'énergie électrique transmise sert à alimenter l'installation de distribution de Gröba, soit à fournir du courant aux usines, distantes d'environ 50 km de Gröditz et de Riesa.

Électrométallurgie. — Développement de la fabrication de la fonte électrique en Suède. — Les Usines de Domnarfvet se proposent d'installer dix fourneaux électriques pour le traitement direct du minerai de fer. A Hœganas, après des essais, au fourneau électrique, de réduction du minerai avec le charbon suédois (de qualité inférieure), on vient de décider la construction d'un fourneau capable de produire 1000 tonnes de fonte par an, et de projeter l'établissement de 10 appareils semblables (ou même plus) pour porter la production à 100000-128000 tonnes de fonte par an, ainsi qu'on en a l'intention à Domnarfvet.

Dans cette dernière aciérie, les essais sur le four d'expérience ayant été concluants, on vient de commencer l'installation d'un type de 4000 chevaux : le premier de la série projetée en vue de laquelle la Compagnie a acquis plusieurs chutes, notamment celle de Bullarefos de 24000 chevaux. La production annuelle de fonte par cheval étant, même dans les cas les plus défavorables, d'environ 3 tonnes, on pourra ainsi obtenir 12000 tonnes par an et par four de 4000 chevaux.

Le ferro-silicium en Italie. — D'après les statistiques officielles, la production du ferro-silicium en Italie, pour l'année 1909, se monterait à 6280 quintaux seulement, dont 6060 pour Terni et 220 quintaux pour l'usine de la Societa piemontese del carburo di calcio, à Saint-Marcel, dans la valée d'Aoste.

L'emploi en France du four a induction pour fabrication de l'acier. — Tandis que les fours Kjellin et les fours Roechling-Rodenhauser ont pris depuis longtemps une grande extension en Allemagne ils n'ont pu se développer en France où l'on ne rencontre aucune installation de four Roechling-Rodenhauser. D'après le *Journal du Four électrique* du 1er novembre, la cause en est à l'opposition faite par la Société des brevets Dolter : le principe du laboratoire ou creuset installé au milieu du circuit annulaire du four à induction aurait été breveté par M. Dolter le 15 avril 1905, alors que le brevet Roechling est de mai 1906 et celui de Kjellin d'octobre 1906. Le brevet Dolter n'ayant pas été obtenu en Allemagne, les fours Kjellin et Roechling ne rencontrèrent pas d'opposition dans ce pays.

Nécrologie. — Rudolf Wolf. — Un des ingénieurs qui ont le plus largement contribué au développement de la locomobile à vapeur vient de disparaître : Rudolf Wolf, le fondateur de la Maison Wolf, de Magdebourg-Buckau, est mort le 20 novembre dernier, dans sa 80e année.



7e Année. — TOME XIV. N° 168. — 30 DÉCEMBRE 1910.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

ORGANE

DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Publiée sous la direction de J. BLONDIN, Agrégé de l'Université, Rédacteur en chef,

Avec la collaboration de :

MM. Armagnat, Becker, Bourguignon, Courtois, Da Costa, Jacquin, Jumau, Goisot, J. Guillaume, Labrouste, Lamotte, Mauduit, Raveau, G. Richard, Turpain, etc.

COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION :

MM. Brylinski, Chaussenot, E. Fontaine, E. Sartiaux, Tainturier, Ch. de Tavernier, Zetter.

COMITÉ DE PATRONAGE :

Revue paraissant deux fois par mois.
Abonnement. Paris : 25 fr. — Départements : 27 fr. 50. — Union postale : 30 fr. — **Le Numéro : 1 fr. 50.**

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J. Blondin, 171, Faubourg Poissonnière, Paris (9e).

ANCIENNE MAISON MICHEL & CIE

COMPAGNIE POUR LA

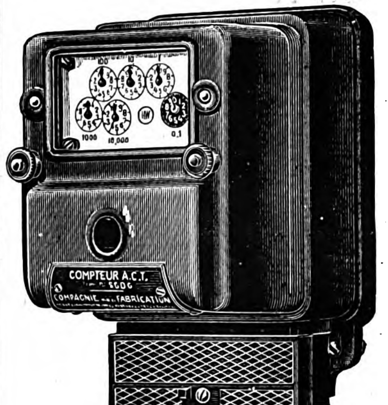
Fabrication des Compteurs

ET MATERIEL D'USINES A GAZ

Société Anonyme : Capital 8 000 000 de Francs.

PARIS — 16 et 18, Boulevard de Vaugirard — PARIS

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ



A. C. T. III.

THOMSON pour Courants continu et alternatif.
O' K pour Courant continu.
A. C. T. pour Courants alternatif, diphasé et triphasé.

Compteurs suspendus pour Tramways.
Compteurs sur marbre pour tableaux. — Compteurs astatiques.
Compteurs à double tarif, à indicateur de consommation maxima, à dépassement.
Compteurs pour charge et décharge des Batteries d'Accumulateurs.
Compteurs à tarifs multiples (Système Mähl). — Compteurs à paiement préalable (Système Berland).

Adresse télégraphique
COMPTO-PARIS

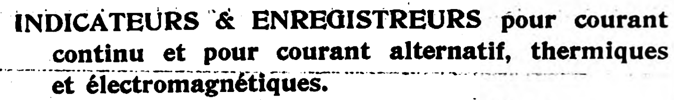


Téléphone
708.03 - 708.04



APPAREILS DE MESURES

Système MEYLAN-d'ARSONVAL



INDICATEURS & ENREGISTREURS pour courant continu et pour courant alternatif, thermiques et électromagnétiques.
Appareils à aimant pour courant continu.
Appareils Indicateurs à Cadran lumineux.
Fluxmètre Grassot, Ondographe Hospitalier. Boîte de Contrôle.

Voltmètres - Ampèremètres - Wattmètres

Exposition internationale de l'Est de la France, Nancy 1909 : GRAND-PRIX

HORS CONCOURS

Tome XIV. N° 168. — 30 décembre 1910.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

L'éclairage par l'électricité semble vraiment vouloir sortir de l'état de torpeur où il était resté pendant de longues années. Dans le domaine de l'arc, l'emploi des arcs à flamme est venu apporter une économie considérable d'énergie et une simplification du mécanisme des lampes; dans celui de l'incandescence nous avons vu successivement apparaître, dans un laps de temps relativement court, la lampe au tantale, puis la lampe au tungstène filé, et enfin la lampe au tungstène tréfilé mise récemment sur le marché aux États-Unis et en Allemagne. Quant à l'éclairage par luminescence, regardé jusqu'à ces derniers temps comme une curiosité de laboratoire, il a aujourd'hui conquis ses titres d'éclairage pratique et industriel comme on a pu le constater par les articles qui ont été récemment consacrés dans ce journal aux tubes Moore [1].

Plus récemment encore nous annoncions l'installation de tubes Moore dans les Magasins « Les Galeries Lafayette ». Ajoutons à ce propos que plusieurs nouveaux tubes ont été ajoutés aux premiers dans le courant de décembre; c'est une confirmation de la conclusion de l'étude faite à Charlottenbourg par le professeur Wedding que l'éclairage par luminescence est en état de lutter avantageusement avec l'éclairage par incandescence.

L'éclairage par luminescence vient de faire un nouveau progrès : comme on le verra par l'extrait que nous donnons page 466 d'une Communication récente à l'Académie des Sciences, M. Georges Claude est parvenu, au moyen de **tubes au néon**, à réduire à 0,8 watt par bougie la puissance exigée pour l'éclairage, espérant d'ailleurs arriver à la réduire aux environs de 0,5 watt par bougie lorsqu'il aura pu déterminer les conditions optima du fonctionnement de ces tubes. Ces résultats corroborent parfaitement ceux fournis par les premières expériences remontant à un an et qui déjà permettaient à M. Claude d'annoncer, dans une conférence faite l'an dernier à la Société des Ingénieurs civils, que la bougie lumineuse serait obtenue avec moins de 1 watt par la lampe au néon [1].

Cette lampe est d'ailleurs aujourd'hui sortie du domaine du laboratoire. Avec le concours de la Société Moore, M. Claude a pu installer, sous la colonnade du Grand Palais, quatre tubes à néon de 36 m de long qui contribuaient dans une large mesure à la décoration lumineuse extérieure du Palais pendant la seconde semaine du dernier Salon de l'Automobile. Alimenté par du courant alternatif sous 4500 volts, chacun de ces tubes consommait moins de 1 ampère; pour les quatre tubes la puissance dépensée était d'environ 15 kw. Si l'on songe que la puissance nécessaire au reste des illuminations atteignait 3000 kw, on conviendra que l'éclairage par le néon constitue un procédé d'illumination fort économique.

J. B.

[1] *La Revue électrique*, t. XIII, 15 juin 1910, p. 397 et 420.

[1] *La Revue électrique*, t. XII, 30 novembre 1909, p. 367.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Vingt-quatrième Bulletin bimensuel de 1910.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 9 novembre 1910.

Présents : MM. Brylinski, Piaton, Zetter, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; Chaussenot, Vautier, secrétaires adjoints fonctionnaires; Beauvois-Devaux, trésorier; Berthelot, Coze, Eschwège, Godinet, F. Meyer, Sartiaux, Sciama, Sée.

Absents excusés : MM. Guillain, président; Cordier, vice-président; Boutan, Cotté.

En l'absence de M. Guillain dont une lettre fait espérer, après son retour à Paris, la présence à la prochaine réunion, M. Brylinski préside la séance.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Consultation. — Le Comité, après avoir entendu lecture d'une Note sur un cas d'espèce relatif à un conflit entre les mouvements de ballons captifs du service de l'État et une canalisation aérienne, a décidé de donner éventuellement son concours et celui du Comité consultatif, si l'intervention du Comité était sollicitée.

Documents officiels. — Les documents suivants ont été communiqués au Comité : Circulaire du Ministre du Travail du 18 juin 1910 concernant le payement des salaires; arrêtés des 20 et 29 octobre 1910 du Ministre des Travaux publics approuvant différents types de compteurs électriques (*Journal officiel* du 30 octobre 1910).

Projet de loi sur les forces hydrauliques établies sur les cours d'eau du domaine public. — Ce projet de loi est inscrit à l'ordre du jour du Sénat pour venir en première délibération sur le rapport de M. Savary. Comme l'Administration n'est pas d'accord sur ce projet de loi, la discussion en sera vraisemblablement remise à une date ultérieure.

Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques a l'intérieur des maisons. — M. Zetter, président du Syndicat professionnel des Industries électriques, a fait part au Comité que la sous-Commission de ce Syndicat chargée de cette question s'est réunie et qu'elle a demandé certaines modifications de forme dans le projet; qu'une nouvelle réunion doit avoir lieu prochainement et qu'on doit aboutir rapidement, étant donné l'avancement des travaux.

Affichage dans les usines des extraits de l'arrêté ministériel du 21 mars 1910. — M. Sée a communiqué une affiche relative à cette question. Le Comité de l'Union décide que cette affiche sera imprimée aux frais de l'Union et tenue à la disposition des membres qui en feront la demande.

Unification des pas de vis (Gaz). — M. Coze indique qu'à la suite de la réunion et des travaux de la Commission internationale convoquée par la Société technique de l'Industrie du gaz, l'entente n'a pu se faire définitivement. On pense que pour pouvoir aboutir il est préférable de grouper d'abord en France tous les éléments susceptibles de créer l'unification dans notre pays même, et d'aborder ensuite la Commission internationale.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Vingt-quatrième Bulletin bimensuel de 1910.

Revision annuelle des listes des adhérents et établissements adhérents.

Les Tableaux servant à préparer les élections des représentants des Sections professionnelles à la Chambre syndicale, devant être dressés dans le courant du mois de janvier, nous prions les Établissements adhérents et Messieurs les Membres adhérents en nom personnel, qui auraient des modifications à apporter à leur inscription, de bien vouloir en informer le Secrétariat avant la fin du mois de décembre.

Nous attirons également l'attention des électriciens qui désireraient faire partie du Syndicat sur l'intérêt



qu'ils ont à envoyer de suite leur demande, de façon qu'elle soit présentée à la séance de janvier de la Chambre syndicale et qu'ils puissent être inscrits sur les listes établies pour 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 6 décembre 1910.

Présidence de M. C. Zetter.

La séance est ouverte à 2 h 15 m.

Sont présents : MM. Bancelin, J.-M. Berne, Brunswick, Alexis Cance, Chateau, Chaussenot, Eschwège, Gaudet, Grosselin, Guittard, Harlé, Larnaude, Leclanché, Lecomte, Legouëz, G. Meyer, M. Meyer, Meyer-May, Ch. Mildé, Minvielle, Portevin, Roche-Grandjean, Sciama, Ch. Tournaire, Tourtay, Zetter.

Se sont excusés : MM. Javaux, de La Ville Le Roulx, Lévêque, Mascart, Routin.

Le procès-verbal de la séance du 8 novembre, publié dans la *Revue électrique* du 30 novembre, est adopté.

Distinctions honorifiques. — La Chambre syndicale adresse ses félicitations à M. Meyer-May, nommé membre de la Commission permanente des valeurs de Douane, et à M. F. Meyer, nommé président du Groupe de l'Électricité à l'Exposition de Turin 1912.

Félicitations. — M. le Président informe la Chambre qu'il a adressé ses remercîments pour son invitation et les félicitations du Syndicat à M. J. Dupuy, Ministre du Commerce et de l'Industrie, à l'occasion du mariage de M. P. Dupuy, son fils.

Admissions. — Sont admis dans le Syndicat professionnel des Industries électriques :

1° A titre d'établissement adhérent :

M. Alexandre Grammont, constructeur de lampes à incandescence, 12, rue du Belvédère, à Lyon (Rhône), inscrit dans la deuxième section professionnelle et représenté par lui-même.

2° A titre d'adhérents en nom personnel, inscrits dans la septième Section professionnelle :

Sur la présentation de MM. Émile Harlé et Jean Rey, M. Harlé (Henri-Frédéric-Auguste), fondé de pouvoirs de la Maison Harlé et Cie, 26, avenue de Suffren, à Paris;

Sur la présentation de MM. Zetter et Chaussenot, M. Monnereau (Jean), Directeur de l'Usine électrique de la Société industrielle du Tarn-et-Garonne, à Caussade (Tarn-et-Garonne).

Démission. — M. le Président indique que, malgré les démarches faites auprès de lui, M. Arnoux (René) maintient sa démission.

La Chambre, tout en regrettant cette détermination, accepte cette démission pour prendre date au 31 décembre 1910.

Correspondance. — La Chambre syndicale reçoit communication de la correspondance suivante :

— Lettre du service des Constructions navales au Ministère de la Marine, par laquelle M. Bommelaër, à la suite d'une entente avec notre collègue M. Brunswick, demande communication de brochures et documents élaborés par le Syndicat et pouvant intéresser les marchés de la Marine.

Un dossier en double exemplaire contenant les différentes brochures publiées par le Syndicat et par l'Union, ainsi qu'un Annuaire du Syndicat, a été envoyé aussitôt avec offre de tous renseignements complémentaires qui seraient utiles.

La Chambre approuve cet envoi et adresse ses remercîments à M. Brunswick.

— Par l'intermédiaire de notre ancien Président, M. Meyer-May, le secrétaire du Groupe XIXa à l'Exposition de Bruxelles (M. Fighiera, sous-chef de bureau au Ministère du Commerce et de l'Industrie) demande des renseignements concernant la production moyenne annuelle des appareils électriques dans la circonscription de la Chambre de Commerce de Paris et, si possible, des diverses régions de province, en vue du Rapport général qu'il prépare.

Comme il s'agit d'un renseignement global et approximatif, la Chambre syndicale est d'accord pour répondre à cette demande et, à cet effet, les indications utiles seront recueillies auprès des Présidents des Sections professionnelles.

— Lettre de M. le Ministre de la Guerre nous informant qu'à l'avenir les soumissionnaires aux adjudications, dont les propositions n'auront pas été agréées, pourront reprendre la fraction des échantillons présentés par eux et qui n'aura pas été consommée au cours des essais.

La Chambre est heureuse de porter à la connaissance des adhérents du Syndicat cette réponse qui solutionne la question d'une façon conforme à leur désir et leur prouve l'utilité du Syndicat pour la défense de leurs intérêts.

— Lettre d'un adhérent demandant la création de cartes pour les membres du Syndicat.

La Chambre estime que les listes publiées dans l'*Annuaire* fournissent des renseignements qui suffisent actuellement, se réservant d'étudier cette question ultérieurement.

— Lettre de M. Grosselin, président de la troisième section professionnelle, communiquant un projet de cahier des charges pour les câbles sous caoutchouc.

La Chambre décide qu'il y aura lieu de communiquer ce projet aux membres de la section pour leur permettre de l'étudier avant la réunion de la section.

— Lettre de M. Brunswick proposant l'établissement d'une Commission permanente chargée de l'étude des instructions techniques et au besoin des modifications à y apporter après leur publication.

La Chambre estime que cette Commission ferait double emploi avec les sections professionnelles qui ont toute liberté d'étudier soit séparément, soit en se groupant, les questions qui peuvent les intéresser. Elles peuvent également charger des délégués permanents de recueillir les observations diverses qui peuvent se produire en vue d'un examen ultérieur.

Jurisprudence. — M. le Président communique à la Chambre syndicale :

1° Une consultation donnée par Me Gaston Mayer, membre de la Commission consultative du Syndicat, relativement à la taxation des dynamos et moteurs par le service de l'octroi de certaines localités.



La Chambre adresse ses remercîments à M. G. Mayer et en raison de l'intérêt que présente cette question, qui a été signalée par plusieurs adhérents, la renvoie pour étude aux première et sixième Sections professionnelles;

2° Un avis donné par Me Carpentier, membre également de la Commission consultative, sur une question de délai-congé posée par un adhérent.

La Chambre adresse à Me Carpentier tous ses remercîments pour ces renseignements intéressants qui ont été transmis à l'intéressé.

Office national du Commerce extérieur. — La Chambre prend connaissance d'une lettre du Directeur de l'Office national du Commerce extérieur remerciant du renouvellement de la subvention pour 1910 et répondant favorablement à notre demande de service gratuit de ses publications.

— L'Office signale la création d'un répertoire pour favoriser le développement de l'Exportation française.

Comité électrotechnique français. — M. le Président communique une lettre du Président du Comité électrotechnique français signalant que M. Frager, l'un des délégués du Syndicat, a été désigné par le sort comme devant quitter ses fonctions à fin décembre.

M. Frager étant rééligible, la Chambre lui renouvelle son mandat à l'unanimité.

M. le Président indique que, par suite de sa démission, M. Arnoux, qui était également délégué de notre Syndicat au Comité, ne peut continuer à le représenter; et que, d'autre part, il y aurait intérêt, en raison de l'importance des questions traitées par le Comité, à ce que la représentation de notre Syndicat à la Commission des machines soit renforcée, afin que son action soit plus énergique.

La Chambre se rangeant à cet avis désigne, pour remplacer M. Arnoux, M. Legouëz, président de la première section professionnelle, et demande qu'il soit inscrit à la Commission des machines dont fait déjà partie, comme délégué, notre ancien Président, M. Javaux.

Union des Syndicats de l'électricité. — M. le Président signale que, sur la demande exprimée par la Chambre à sa précédente séance, la question de modification de la couverture pour la *La Revue électrique* a été soumise à l'Union.

A la suite des négociations avec l'éditeur, qui y a mis la plus grande complaisance, un projet a été approuvé qui donne satisfaction à nos désirs.

— M. le Président indique que M. Brunswick lui a signalé qu'à la séance de novembre de la Société internationale des Électriciens, M. Boucherot avait formulé des observations critiques sur certains articles des « Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques » et qu'il a l'intention d'y répondre en son nom personnel à la prochaine réunion.

D'autre part, comme ces Instructions ont été éditées par l'Union, M. Brylinski a saisi de la question M. le Président de l'Union par une lettre qui nous a été communiquée.

La Chambre prend connaissance de cette lettre et approuve les modifications de rédaction proposées.

Elle approuve également la Note préparée par M. Legouëz pour être lue à la séance de la Société Internationale; elle l'autorise à la présenter au nom du Syndicat.

— M. le Président rend compte de la séance tenue par le Comité de l'Union, le 9 novembre 1910.

Le procès-verbal en sera publié dans *La Revue électrique.*

Union des Industries métallurgiques et minières. — Des invitations à la réunion organisée par le Comité d'études fiscales ayant été envoyées au Syndicat, M. Marcel Meyer, délégué par le Président, a assisté à la réunion et rend compte à la Chambre de ce qui s'y est passé.

Comité central des Chambres syndicales. — Pour remédier aux difficultés actuelles des transports et à l'insuffisance du matériel des Compagnies de chemins de fer, la Chambre syndicale, sur la demande du Comité central, et dans l'intérêt général de l'industrie, recommande à ses adhérents de procéder rapidement et sans perte de temps au déchargement et à l'enlèvement des marchandises qui leur sont expédiées, afin d'éviter les encombrements et de libérer les wagons.

Projet de création d'un cours de perfectionnement pour les apprentis de l'industrie électrique. — M. Zetter expose la question et rappelle ce qui a été fait et décidé par la Chambre.

Une Commission a été nommée pour étudier les dispositions à prendre en vue de réaliser le projet de *cours de perfectionnement* destinés à compléter l'instruction pratique que les apprentis acquièrent à l'atelier.

Cette Commission a recherché les locaux dont on pourrait disposer pour faire les cours; elle s'est occupée des démarches à faire pour obtenir les autorisations d'utiliser les écoles communales. D'accord avec elle, M. Jully a bien voulu se charger de recruter les professeurs nécessaires.

Les élèves seront choisis par les industriels, parmi leurs apprentis de troisième année. Quant aux dépenses, elles se divisent en deux parties :

— *Les frais d'organisation* pour compléter le matériel, l'outillage scolaire, etc., pour lesquels le Syndicat a déjà reçu des souscriptions d'établissements trop éloignés du centre actuellement choisi pour pouvoir y envoyer leurs apprentis ;

— *Les frais journaliers* qui sont évalués à environ 50 fr par élève et par année scolaire du commencement d'octobre à fin juillet. Ces frais seront payés par les industriels qui enverront des élèves; les renseignements déjà recueillis montrent que cette solution est favorablement accueillie.

M. Harlé, président de la Commission, donne des renseignements complémentaires et indique qu'un premier cours pourra être organisé de suite et ouvert à bref délai dans l'école de la rue Lacordaire.

On procédera ensuite successivement à l'organisation d'autres cours dans les quartiers où se trouvent groupés des ateliers adhérents, de façon que les apprentis puissent se rendre facilement à ces cours.

M. Sciama, résumant la question, insiste sur l'intérêt qu'il y a à aboutir rapidement pour ce premier essai; les bases de l'organisation sont arrêtées, les élèves sont

prêts, les fonds nécessaires sont en partie souscrits et le complément facile à réaliser.

Les résultats qu'on obtiendra seront la meilleure argumentation à fournir à l'appui des modifications que le Syndicat aurait à proposer aux divers projets de loi relatifs à l'enseignement professionnel.

La Chambre approuve à l'unanimité les dispositions projetées et charge le Président et la Commission d'en poursuivre la réalisation.

Elle approuve la création d'un premier cours rue Lacordaire et, d'accord avec le trésorier, M. Larnaude, accorde une subvention de 400 fr pour participation aux frais d'établissement de ce cours; se réservant d'examiner en temps utile la question des récompenses à accorder en fin d'année.

Délégation pour gestion des fonds du bureau de contrôle. — M. le Président rappelle la proposition faite aux souscripteurs du fonds du Bureau de contrôle de déléguer trois d'entre eux pour examiner les propositions qui seraient faites et décider de l'utilisation dudit fonds en tout ou partie.

Les réponses ayant toutes été favorables, il a été procédé au vote et MM. Eschwège, Harlé et Sciama ont été désignés par leurs collègues.

La Chambre ne peut que se féliciter de la solution heureuse de cette question et du choix des délégués.

M. Larnaude demande qu'il ne soit rien changé à l'utilisation actuelle des intérêts de ce fonds.

M. le Président répond que la question devra être soumise à la délégation, mais qu'il espère qu'elle approuvera pour l'avenir l'utilisation actuelle.

Instructions sur les installations a l'intérieur des immeubles. — M. le Président donne des indications sur l'état actuel de l'étude du projet. La Commission s'est réunie déjà pour examiner la rédaction nouvelle préparée par les rapporteurs; elle s'est mise d'accord sur la première partie du travail.

De nouvelles séances auront lieu à bref délai de façon à aboutir le plus rapidement possible.

Médaille du Syndicat a titre de souvenir. — M. le Président rappelle que, conformément à la décision de la Chambre, les adhérents peuvent se procurer la médaille de bronze du Syndicat, à titre de souvenir, moyennant une souscription de 10 fr par médaille.

Pour répondre au désir des membres déjà inscrits depuis quelque temps, les médailles demandées seront mises en fabrication de façon à être livrées avant la fin du mois de décembre. Les souscriptions qui arriveraient après le 10 décembre seront donc obligées d'attendre une nouvelle livraison.

Service de placement. — M. le Président attire l'attention des membres de la Chambre sur les résultats obtenus par le service de placement et leur recommande, ainsi qu'à tous les membres du Syndicat, de signaler au Secrétariat les emplois dont ils disposeraient afin qu'on leur adresse des candidats.

Documents officiels. — M. le Président communique les documents officiels ci-après qui sont déposés au Secrétariat à la disposition des membres du Syndicat :

— Décret du Ministre de l'Intérieur et des Cultes, du 5 décembre 1910, instituant une Commission interministérielle chargée d'étudier les modifications à introduire dans la législation relativement à l'expropriation pour cause d'utilité publique et nommant les membres de cette Commission (*Voir* au Chapitre *Législation-Réglementation*, p. 472).

Chambre des Députés :

— N° 439. Proposition de loi ayant pour objet de préciser les droits respectifs des employeurs et employés, en ce qui concerne le droit syndical, le lock-out et les grèves.

— N° 469. Proposition de loi ayant pour objet l'institution de la journée de huit heures et du salaire minimum pour tous les ouvriers et ouvrières et pour tous les employés et employées.

— N° 482. Proposition de loi tendant à modifier l'article 18 de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

— N° 491. Proposition de loi portant organisation du droit de grève.

— N° 509. Proposition de loi tendant à modifier l'article 3 de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

— N° 514. Proposition de loi tendant à assurer le cumul des rentes viagères servies par les Caisses de retraites avec les rentes allouées par la loi du 9 avril 1898 aux ouvriers victimes d'accidents du travail.

— N° 554. Proposition de loi tendant à introduire un article nouveau dans la loi du 21 mars 1884 sur les Syndicats professionnels.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 4 h.

Le Secrétaire général, H. Chaussenot. — Le Président, C. Zetter.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère des Affaires étrangères. — Arrêté concernant les dépôts et recouvrements de fonds prévus par l'accord administratif annexé à l'arrangement franco-britannique du 3 juillet 1909, relatif à la réparation des dommages résultant des accidents du travail, p. 472.

Ministère de l'Intérieur et des Cultes. — Décret instituant une Commission interministérielle chargée d'étudier les modifications à introduire dans la législation relative à l'expropriation pour cause d'utilité publique et nommant les membres de cette Commission, p. 472.

Préfecture de la Seine. — Arrêté préfectoral nommant des membres de la Commission supérieure de contrôle d'électricité, p. 472.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

Vingt-troisième Bulletin bimensuel de 1910.

Sommaire : Procès-verbal de la Commission technique du 12 novembre 1910, p. 446. — Liste des nouveaux adhérents, p. 446. —



Compte rendu bibliographique, p. 446. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité, p. 446.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 12 novembre 1910.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; Tainturier, président de la Commission; Eschwège, président désigné; Fontaine, secrétaire général; Bitouzet, Blondin, Chevrier, Desroziers, Langlade, Moret, Paré, Schlumberger.

Absents excusés : MM. Cotté et Nicolini.

M. Brylinski, président de la Chambre syndicale, fait part des critiques qui ont été émises par MM. Boucherot et Picou à la dernière séance de la Société internationale des Électriciens relativement au règlement pour la réception des machines et des transformateurs. Il donne lecture d'une lettre qu'il adresse à ce sujet à M. Guillain, président de l'Union.

Il est convenu que M. Brylinski demandera l'insertion d'une Note de réponse aux observations de M. Boucherot qui seraient consignées dans le procès-verbal de la Société internationale des Électriciens.

Chaufferies et foyers automatiques. — En l'absence de M. Nicolini, cette question est renvoyée à une prochaine séance. Il est toutefois donné lecture de la Note de M. Cotté.

Poteaux en bois. — Il est donné connaissance du cahier des charges préparé par M. Paré. Différentes modifications de forme et de détail sont demandées à M. Paré qui préparera un nouveau projet pour la prochaine séance.

M. Schlumberger fait part de différents calculs qu'il a faits pour la résistance à 1 m du sommet.

Traversée des chemins de fer. — M. Brylinski résume les indications qui lui ont été données, à savoir qu'il sera distingué entre les lignes de haute et de basse tension au point de vue des poteaux et supports autorisés, bois ou fer; pour les lignes à haute tension, on exigera un travail sérieux présentant toutes garanties. En ce qui concerne les filets, certains exploitants s'obstinent à vouloir en mettre, ce qui rend difficile notre réclamation de les supprimer.

Prescriptions techniques a observer dans une distribution d'énergie électrique. — La Commission demande au Secrétariat de se procurer l'étude de M. Barbillion sur cette question. Cette étude sera envoyée à tous les membres de la Commission, de façon à pouvoir la discuter dans une prochaine séance.

Froid industriel. — M. le Secrétaire indique qu'il a reçu différents catalogues relativement au froid industriel et à l'emploi du courant électrique qui en résulte. La Commission désigne M. Cousin pour rapporter cette question.

M. Paré donne officieusement un certain nombre de renseignements sur les moteurs Diesel. Il semble intéressant de mettre cette question à l'ordre du jour de la prochaine séance.

La Commission passe en revue les questions à l'ordre du jour.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 novembre 1910.

Membres actifs.

MM.

Avêque (Alexandre), Ingénieur électricien, Propriétaire-Directeur de la Station électrique d'Arance, Monein (Basses-Pyrénées), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Rochier (Cyprien), Administrateur délégué du Syndicat Lyonnais pour la force motrice et l'éclairage électrique, 26, quai des Brotteaux, Lyon (Rhône), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Membres correspondants.

MM.

Lacroix (Charles), Usine hydro-électrique de Beynon, par Ventavon (Hautes-Alpes), présenté par MM. Mondon et E. Fontaine.

Schideler (Pierre), Ingénieur, 1, boulevard de Strasbourg, Boulogne-sur-Seine (Seine), présenté par MM. Noël et Brylinski.

Usines.

Usine d'Henrichemont (Cher).

Usine d'Arance (Basses-Pyrénées).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Jurisprudence et Contentieux : De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique, par MM. F. Payen et P. Weiss, p. 467. — Procès-verbal du Comité consultatif du 5 décembre 1910, p. 472.

Chronique financière et commerciale : Convocations d'assemblées générales, p. 475. — Nouvelles Sociétés, p. 475. — Société Lyonnaise des forces motrices du Rhône, p. 475. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. xv.



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

CANALISATIONS.

La protection des réseaux alternatifs contre les décharges atmosphériques et les surtensions (¹).

Les surtensions qui se manifestent sur les réseaux électriques peuvent prendre toutes les fréquences comprises entre zéro et l'infini. Pour dériver ces surtensions à terre, il y a lieu de tenir compte de leur fréquence, car les courants de haute fréquence ne réagissent pas sur les enroulements des transformateurs et des génératrices de la même façon que ceux de fréquence plus basse. L'auteur range, par conséquent, les surtensions en trois catégories :

1° Charges statiques, c'est-à-dire charges à courant continu de fréquence zéro;

2° Surtensions à hautes fréquences, correspondant à une périodicité au moins égale à 50000 p : s;

3° Surtensions de moyennes ou basses fréquences, c'est-à-dire de 50000 à zéro p : s.

I. Charges statiques. — Leur origine est suffisamment connue; d'après la statistique de M. Giles, on doit leur attribuer au moins la moitié du nombre des accidents survenus sur les lignes électriques. Pour s'en affranchir, le dispositif le plus convenable consiste en une bobine de réaction avec noyau de fer, dont la self-induction et la résistance ohmique sont ainsi calculées que, sous la différence de potentiel du réseau, elle laisse passer à peine 0,1 ampère en courant alternatif, mais plusieurs ampères en courant continu. L'accumulation des charges statiques est donc empêchée grâce à cet écoulement continu dès que leur tension se rapproche de la tension normale de distribution. La bobine ressemble à un transformateur à huile pourvu seulement de son enroulement primaire; l'une des extrémités est reliée à la ligne; l'autre, à la terre. La résistance ohmique de cet enroulement est très petite, car l'appareil n'ayant aucune discontinuité, on n'a pas à redouter la formation d'un circuit oscillant et, par suite, des résonances dangereuses, comme cela se produirait avec un parafoudre à cornes mis à la terre à l'aide d'une résistance R, quand celle-ci n'est pas très élevée. Pour qu'il n'y ait pas d'oscillations dans le circuit parafoudre à cornes, résistance et enroulement de la machine, il faut prendre $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, où L et C désignent la self-induction et la capacité kilométriques de l'enroulement; suivant l'importance de l'installation, R doit donc varier entre 1500 et 10000 ohms, valeurs incompatibles avec une bonne dérivation à la terre. Le grand écartement donné généralement aux cornes ne permet à l'arc de s'amorcer que pour des surtensions très élevées, tandis que le limiteur à bobine fonctionne pour une surtension de quelques volts. Il ne s'agit pas, comme on l'a souvent dit, de transformer les charges statiques en chaleur, mais bien d'égaliser le potentiel du conducteur avec celui de la terre.

II. Phénomènes de hautes fréquences. — L'auteur désigne ainsi les phénomènes d'induction dont le conducteur devient le siège par suite d'une décharge éclatant entre deux nuages, ou un nuage et la terre; il essaye de prouver que ces phénomènes sont caractérisés par une très haute fréquence et une basse tension et, avant de décrire le dispositif protecteur qui leur convient, il explique encore le mode de propagation sur la ligne des surtensions dues aux coups de foudre et comment ces surtensions, de valeur absolue plutôt faible, sont cependant capables de détruire les enroulements des génératrices ou des transformateurs.

1. *Les décharges inductives sont de haute fréquence.* — *a.* Tout se passe comme dans une transmission par télégraphie sans fil; en effet, d'une part, les deux nuages entre lesquels se produit la décharge représentent la capacité, et, d'autre part, l'éclair représente l'oscillateur d'une antenne de transmission; la ligne constitue l'antenne de réception; or on sait que les appareils de télégraphie sans fil sont accordés pour des ondes dont la fréquence est comprise entre 100000 p : s avec $\lambda = 3000$ m et 1000000 p : s avec $\lambda = 300$ m; en sorte que les antennes ne peuvent ni recevoir, ni transmettre des ondes dont la fréquence ne serait que de quelques milliers de périodes par seconde. Si les télégraphistes ont souvent enregistré des signaux d'origine atmosphérique quand des orages éclataient dans la limite d'action de leur poste, c'est donc que ceux-ci donnent naissance à des oscillations dont la fréquence varie entre les nombres indiqués plus haut et peut-être même au-dessus.

b. L'expérience a montré encore que, lorsque l'enroulement d'un transformateur est soumis à une surtension consécutive à un coup de foudre, ce sont les premières spires seules à partir de l'entrée qui se trouvent endommagées et que l'étincelle éclate toujours entre fils contigus, mais non entre l'enroulement et le noyau. La décharge n'a donc pas été capable de vaincre la self-induction de la bobine, ce qui est la caractéristique d'un courant de haute fréquence.

c. Personnellement, l'auteur a souvent remarqué que les décharges ayant pénétré dans une usine électrique se propagent suivant le chemin le plus court, même à travers l'air, plutôt que de suivre le conducteur dont la résistance ohmique est cependant bien moindre; s'il existe notamment un coude, une étincelle éclatera dans

(¹) Wohlleben, Communication à la Société des Électriciens de Dresde avec l'assistance de Georges Giles, directeur de la Société générale des Condensateurs électriques, de Fribourg (Suisse). *Elektrotechnische Zeitschfrit*, t. XXXI, 5 et 12 mai 1910, p. 461 et 494, 18 col., 20 fig. *Voir* sur le même sujet un article de R.-I. Knaurr et George Giles, dans *Elektrotechnik und Maschinenbau*, t. XXVI, 22 et 27 nov. 1908. — La Société Wohlleben und Wagner G. m. b. H., Saarbrucken, 3, a acquis, pour l'Allemagne, le monopole de la fabrication des condensateurs système Moscicki et des soupapes électriques, système Giles.

l'air suivant l'hypoténuse, comme si la self-induction de la partie courbe était déjà trop grande. Seul un courant de haute fréquence se comportera de façon aussi anormale.

d. Les batteries fabriquées par l'auteur sont constituées par un certain nombre de condensateurs élémentaires couplés en parallèle qui, à la fréquence 50 p : s, laissent passer un courant de 0,01 ampère seulement. Chaque élément est pourvu d'un fusible qui fond sous 3,5 ampères, soit un courant 350 fois plus fort que le courant normal à 50 p : s. Fréquemment, sous l'action de puissantes décharges, les fusibles fondent sans que les condensateurs soient endommagés; ceux-ci ont donc été traversés par des courants dont la fréquence était au moins 350 fois plus grande que la fréquence normale (1); à la vérité, l'auteur estime la fréquence d'une décharge induite à plus de 100000 p : s (2).

2. *Tension des décharges induites de haute fréquence.* — On attribue généralement aux décharges induites une tension très élevée; le point de vue de l'auteur est tout différent, pour les raisons suivantes. Tout d'abord il est hors de doute que ces décharges sont absolument indépendantes de la tension du réseau dans lequel elles se développent; car, non seulement on constate assez peu de ruptures d'isolateurs, mais encore la proportion n'en est pas plus grande pour des réseaux à 50000 volts que pour ceux à 3000 ou 5000 volts; cependant l'action du coup de foudre est la même dans les deux cas. Or, des isolateurs prévus pour 3000 ou 5000 volts ne résisteraient pas à 100000 volts. L'accident le plus fréquent est le grillage des génératrices et des transformateurs. Nous nous trouvons donc en présence de ce fait que les décharges de haute fréquence sont plutôt de tension faible, mais capables cependant de détruire des transformateurs prévus pour supporter de hautes tensions. Pour expliquer ce cas, considérons le mode de propagation d'une onde induite le long d'un conducteur muni d'une bobine de self S et aboutissant à l'enroulement M d'une génératrice (*fig.* 1). Un éclair jaillissant entre les deux nuages N et N, l'ensemble se comporte comme une antenne de transmissions

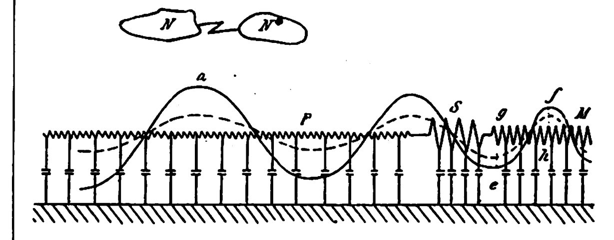


Fig. 1. — Représentation du mode de propagation d'une onde induite sur une ligne par un éclair jaillissant entre deux nuages N, N.

et envoie des ondes qui viennent rencontrer la ligne faisant office d'antenne réceptrice en *a*; à partir de ce point elles se propagent avec la vitesse de la lumière et avec une longueur d'onde dépendant de la fréquence due au coup de foudre, arrivent à l'extrémité de la ligne où elles se réfléchissent pour progresser en sens contraire jusqu'à ce que la résistance ohmique ait absorbée l'énergie disponible. M. Giles a constaté qu'il suffisait d'une distance de 40 km pour que l'onde directe fût inoffensive à son arrivée à l'usine.

Comme ces ondes atteignent leur tension maximum aux points mêmes où elles prennent naissance, c'est-à-dire avant d'être parvenues à un appareil de sécurité, il est évidemment illusoire de chercher à protéger la ligne elle-même; d'ailleurs nous avons dit que les isolateurs sont en général capables de résister à ces surtensions. Il est au contraire du plus haut intérêt de savoir comment et quand les enroulements des machines sont exposés à être grillés.

Revenons à la figure 1. Soit *e* un maximum de tension négatif et *f* un maximum positif. Toute la tension de la décharge est comprise entre *e* et *f*. Si la fréquence est élevée, de 500000 à 1000000 p : s, la longueur d'onde *gh* est petite et toute la tension de la décharge se répartit entre deux spires voisines de l'enroulement, et ces spires peuvent être logées dans une même encoche s'il s'agit d'une génératrice ou appartenir à la même bobine s'il s'agit d'un transformateur. Comme résistance d'isolement, il y a juste entre elles le guipage en coton qui supporte à peine quelques centaines de volts, alors même que la génératrice et le transformateur doivent fonctionner sous de très hautes tensions. D'où cette conclusion, qu'un transformateur construit pour 50000 volts peut très bien être endommagé quand il est exposé à des courants de haute fréquence, même si la tension ne dépasse pas 2000 à 3000 volts. Le calcul montre que, pour des génératrices ayant une self-induction et une capacité moyennes, la distance *gh* qui sépare deux maximums positif et négatif est environ $\frac{1}{220}$ de l'enroulement quand la fréquence de la décharge est de 1000000 p : s. Pour répartir la différence de potentiel sur l'enroulement total, il faut alors une fréquence $\frac{1000000}{220} = 4500$ p : s; ce qui n'est pas le cas des décharges atmosphériques.

(1) Ce courant de capacité est donné par la relation $I_{eff} = \omega C E_{eff}$; C étant constant et E_{eff} petit, puisque les condensateurs ne sont par percés, c'est ω qui a pris une valeur importante.

(2) A l'appui de sa thèse, l'auteur invoque aussi le dispositif de protection consacré par la pratique et consistant à munir les conducteurs aériens à leur entrée dans une station de bobines sans fer ayant une résistance de 0,1 ohm et un coefficient de self-induction de 10^{-4} henry environ qui seraient évidemment sans efficacité contre des décharges à basse fréquence: on peut lui objecter que ces précautions ne s'adressent pas aux décharges induites, mais aux coups de foudre directs. Dans un travail tout récent sur la fréquence des oscillations de l'éclair, Fritz Emde (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXI, 7 juillet 1910) arrive à ce résultat qu'elle est comprise entre 2000 et 8000 p : s, soit 5000 en moyenne; donc, sont sans effet tous les appareils construits en prenant pour base une fréquence de 1000000 p : s et plus. La formule qui donne cette fréquence est la suivante:

$$f = \frac{v}{2\pi b}\sqrt{\frac{2}{\text{Log}\,\frac{b}{2,117a}}},$$

où $2a$ = diamètre de l'éclair, $2b$ = diamètre du nuage, v = 300000 km : s.

3. *Influence d'un parafoudre à cornes intercalé entre la ligne et la terre.* — Comment se comportera un parafoudre à cornes P (*fig.* 2) relié à la ligne et à la terre par l'intermédiaire d'une résistance R ?

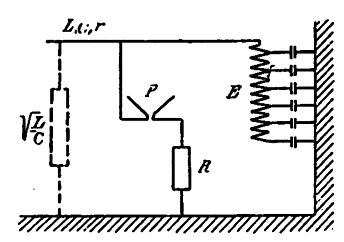


Fig. 2. — Schéma d'une ligne reliée à la terre par un parafoudre à cornes P en série avec une résistance R.

Représentons par L, C et r le coefficient de self-induction, la capacité et la résistance kilométriques de la ligne; Ivan Döry et Devaux-Charbonnel ont démontré qu'au point de vue de la transmission des oscillations cette ligne est équivalente à une résistance ohmique de valeur $\sqrt{\frac{L}{C}}$ et que cette relation est d'autant plus vraie que la fréquence est plus élevée ou $\omega L > r$. Si I_0 représente l'intensité du courant oscillatoire circulant dans la ligne, la surtension correspondante est $I_0\sqrt{\frac{L}{C}}$; mais comme la décharge se fait par deux chemins de résistances $\sqrt{\frac{L}{C}}$ et R groupés en parallèle, la résistance équivalente est donnée par la formule

$$\frac{R\sqrt{\frac{L}{C}}}{R+\sqrt{\frac{L}{C}}}.$$

et la surtension existant aux bornes du parafoudre est :

$$E_{\text{max.}} = I_0\sqrt{\frac{L}{C}}\,\frac{R}{R+\sqrt{\frac{L}{C}}}.$$

Le terme $\frac{R}{R+\sqrt{\frac{L}{C}}}$ représente le coefficient de réduction dû au parafoudre; comme pour toutes les lignes aériennes la valeur de $\sqrt{\frac{L}{C}}$ est environ 600 ohms, le facteur de réduction peut s'écrire $\frac{R}{R+600}$. Cherchons la valeur maximum admissible pour R. Nous avons indiqué plus haut que, pour empêcher la décharge de devenir oscillatoire, il fallait satisfaire à la condition $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, où L et C représentent le coefficient de self-induction et la capacité kilométriques de l'enroulement de la machine à protéger. Or, la valeur de $\sqrt{\frac{L}{C}}$ varie naturellement avec la puissance et le nombre des appareils en fonctionnement, et il faut se placer dans les conditions les plus défavorables. Désignons par E la tension pour laquelle est réglé l'écartement des cornes; par E_1 la tension du réseau et α le coefficient de sécurité; on a $E = \alpha E_1$. Quand le parafoudre fonctionne, il laisse passer un courant $i = \frac{E}{R}$, qui, au moment de la rupture de l'arc, induit un courant de tension

$$i\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{E}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Pour que cette surtension ne puisse pas amorcer un nouvel arc, il faut qu'elle soit moindre que la tension de réglage E, ou

$$\frac{E}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} < E,$$

d'où

$$R > \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

On satisfera donc toujours aux deux conditions en prenant $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$.

En tenant compte de l'incertitude sur la valeur de $\sqrt{\frac{L}{C}}$ quand on passe d'une machine à une autre, il est bon de se donner une latitude plus grande. Ainsi une usine possédant des génératrices de 1000 kv-A, à 10000 volts, adoptera des résistances comprises entre 1800 et 2000 ohms au moins; rarement on descendra au-dessous de ces valeurs, car l'expérience a montré que, dans ce cas, le fonctionnement du parafoudre a toujours pour conséquence une détérioration des machines.

Le Tableau suivant donne les facteurs de réduction correspondant à des valeurs diverses de R :

R en ohms.	Facteur de réduction.
1200	0,67
2000	0,77
3000	0,83
5000	0,90
10000	0,94

Comme, d'après le point de vue de l'auteur, toute la tension de la décharge est répartie sur deux spires contiguës séparées seulement par une guipage de coton, il en résulte que des facteurs de réduction de 33 pour 100, 23 pour 100, 17 pour 100, 6 pour 100, ou nuls, donnent pratiquement le même résultat négatif.

Dans le cas de décharges à haute fréquence, il est extrêmement dangereux d'employer des parafoudres à coupure, quel que soit leur système, qui ne fonctionnent pas à des tensions inférieures à la tension de réglage, car des décharges à haute fréquence, dont la tension ne dépasse pas 1000 volts, sont capables de provoquer les plus grands désastres. C'est ainsi que s'expliquent les grillages des enroulements de transformateurs ou de génératrices sans que les parafoudres aient fonctionné, comme l'ont constaté beaucoup d'exploitants.

De ces considérations nous pouvons donc tirer les conclusions suivantes relatives à la protection des réseaux contre les décharges atmosphériques de haute fréquence :

1° Tout appareil combiné à une résistance ohmique est inefficace, car si celle-ci suffit à empêcher l'appareil de devenir dangereux par lui-même, néanmoins la réduction de la tension de la décharge est pratiquement nulle.

2° Tout appareil à discontinuité est aussi inefficace, puisque l'arc ne s'amorce pas pour des tensions inférieures à la tension de réglage, bien que ces tensions à haute fréquence soient extrêmement dangereuses pour les machines.

4°. *Influence d'un condensateur intercalé entre la ligne et la terre.* — Il suffit de se reporter au schéma de la figure 2 où le parafoudre à cornes est remplacé par un condensateur de capacité *s* relié, par un conducteur de self-induction λ, à une plaque de terre de résistance ρ. Ici encore nous calculerons la résistance équivalente des deux circuits en parallèle : $\sqrt{\frac{L}{C}}$ et condensateur, d'où nous déduirons la valeur du coefficient de réduction pour différentes valeurs de ρ et de λ, et des fréquences comprises entre 100000 et 1000000 de p : s, en prenant comme base une batterie de 12 condensateurs élémentaires du type construit par l'auteur. Les formules sont bien plus compliquées que dans le cas du parafoudre; l'auteur en donne seulement les résultats numériques :

ρ. Ohms.	λ. Henry.	Nombres de périodes par seconde. 100000.	250000.	500000.	1000000.
0	0	0,070	0,027	0,013	0,007
5	2×10^{-6}	0,065	0,024	0,009	0,016
5	2×10^{-5}	0,041	0,028	0,092	0,205
50	2×10^{-5}	0,093	0,087	0,128	0,235

D'après ce Tableau, le condensateur abaisse la surtension entre 2 et 6 pour 100 de sa valeur initiale, suivant qu'on a une bonne terre et un fil de jonction faiblement inductif. A 2900 p : s seulement le condensateur deviendrait aussi inefficace que le parafoudre à cornes. Décrivons quelques expériences qui corroborent ces assertions.

I. Le transformateur T (*fig.* 3) sert à produire une tension de 2000 volts. A, A sont deux condensateurs et S, S deux bobines de réactance destinées à protéger le transformateur contre les courants de haute fréquence. A_6 représente 4 batteries constituées chacune de 6 éléments. Les éclateurs F_1 et F_2 ont leurs boules réglées à l'écartement de 8,5 mm pour le premier et 6 mm pour le second, ce qui correspond approximativement à des différences de potentiel de 17400 et 13600 volts. Le circuit formé par les 4 batteries A_6 et les deux éclateurs produit des courants de haute fréquence. Aussitôt que le transformateur est couplé au réseau, des étincelles très nourries se manifestent aux deux discontinuités et ne paraissent subir aucune atténuation en F_2 soit qu'on court-circuite l'éclateur par une résistance ohmique *R* de 850 ohms, ou une self-induction S_1, mais elles sont complètement étouffées quand on intercale un condensateur B_{16}, même si l'écartement des boules est abaissé à 0,5 mm. Cette expérience prouve donc que les appareils de protection contre les surtensions de haute fréquence ne doivent pas être mis à la terre par l'intermédiaire d'une résistance ohmique élevée ou d'un conducteur même de très faible inductance; seul l'emploi de condensateurs

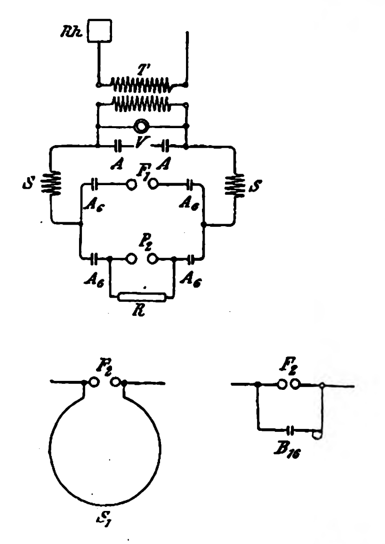


Fig. 3. — Schéma d'un dispositif expérimental montrant que l'étincelle de haute fréquence éclatant en F_2 n'est pas étouffée par la résistance ohmique *R*, ni par la self-induction S_1, mais par la batterie B_{16}.

permet de dériver à la terre les courants de haute fréquence.

II. Dans une deuxième expérience, l'auteur met en évidence l'insuffisance des bobines de réactance contre

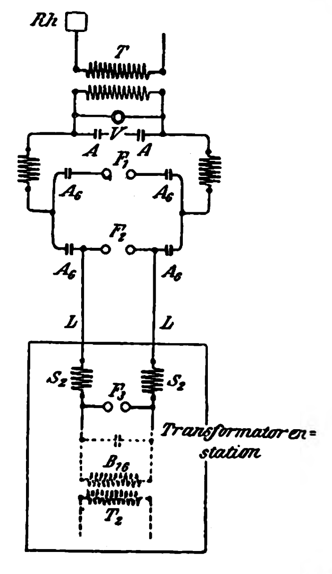


Fig. 4. — Schéma d'un dispositif expérimental montrant l'insuffisance des bobines de réactance pour arrêter des courants de haute fréquence de tension élevée.

les courants de haute fréquence dès que leur tension atteint une certaine valeur. Le schéma de la figure 3 est

alors modifié suivant la figure 4, c'est-à-dire que le circuit siège des courants de haute fréquence est relié par des conducteurs L, L, figurant une ligne aérienne, à des bobines S_2, S_2 destinées à protéger une sous-station de transformateurs T_2. Entre S_2, S_2 est disposé un éclateur F_3 dont les boules sont réglées à un écartement de 4 mm qui correspond à 10000 volts. Quand T fonctionne, de vives étincelles jaillissent en F_3, mais elles s'éteignent par l'adjonction du condensateur B_{16}.

L'auteur critique le mode habituel d'installation des parafoudres. En effet, comme le montre la figure 5, les

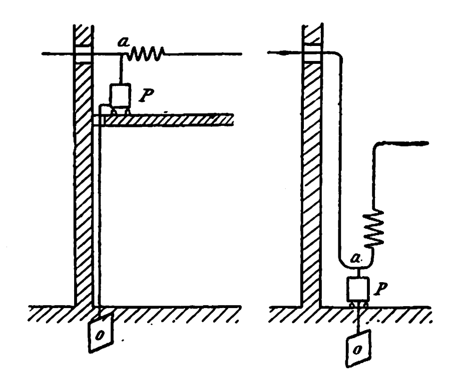


Fig. 5 et 6. — 5. Installation défectueuse des parafoudres. — 6. Installation assurant la mise à la terre du point *a* pour les oscillations de haute fréquence.

lignes pénètrent dans la station par les étages supérieurs où sont aussi placés les parafoudres reliés ensuite à la plaque de terre O par un conducteur vertical; or, la plaque de terre peut être au potentiel zéro sans que le point *a* soit lui aussi au potentiel zéro pour les courants de haute fréquence. Le dispositif le plus convenable est celui de la figure 6 où le parafoudre repose sur le sol.

L'auteur termine cette partie de sa communication en insistant encore sur l'insuffisance des dispositifs ordinaires de protection; quant à considérer l'intercalation d'un condensateur comme dangereuse à cause de l'accroissement de capacité qu'elle entraîne, cela reviendrait à n'utiliser que des réseaux aériens d'une capacité kilométrique de 0,1 microfarad à l'exclusion des câbles dont la capacité kilométrique est 20 fois plus grande, soit 0,2 microfarad; on pourrait dire aussi qu'un réseau donné ne supporterait aucune extension, même de 200 m de câble qui représentent à peu près la capacité des condensateurs préconisés par l'auteur.

III. Surtensions de moyenne et de basse fréquence. — Ces surtensions d'origine intérieure sont produites par des variations brusques dans le régime d'un réseau, changement de la charge, manœuvre d'interrupteur, rupture de court-circuit, rupture de mise à la terre, fonctionnement d'appareils de protection mal calculés, etc. Pour savoir comment et à quel endroit les surtensions peuvent se produire, il suffit d'adopter la marche suivie dans le cas précédent. Sur la figure 7, si l'on coupe le court-circuit *a* par l'interrupteur à huile J, l'énergie $\frac{LI_0^2}{2}$ emmagasinée dans le bobinage de l'alternateur A n'aura pas le temps de s'écouler par la ligne et il se produira une surtension, car le seul chemin d'écoulement ouvert sera celui formé par la capacité de la machine elle-même.

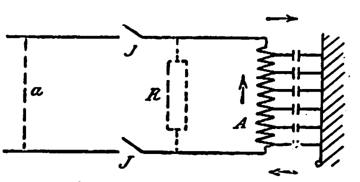


Fig. 7. — Schéma d'une ligne présentant un court-circuit en *a* et pourvue d'un interrupteur à huile automatique J.

L'écoulement se produira donc dans le sens des flèches. Mais la présence de la résistance *R* ou du limiteur réduit la surtension maximum $I_0\sqrt{\frac{L}{C}}$ dans le rapport $\frac{R}{R+\sqrt{\frac{L}{C}}}$, où *L* et *C* sont la self-induction et la capacité de l'alternateur. On obtient le même coefficient de réduction du côté de la ligne; seulement *L* et *C* représentent alors la self-induction et la capacité kilométriques de la ligne.

Considérons maintenant le cas général (*fig.* 8) d'un jeu

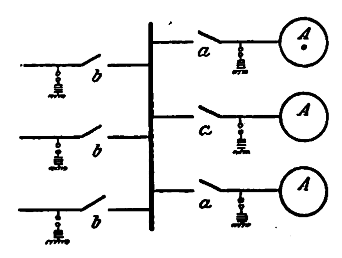


Fig. 8. — Schéma d'un groupe d'alternateurs et de lignes reliées à la même barre.

de barres omnibus, auquel sont reliés d'une part des alternateurs pouvant être séparés du circuit par des interrupteurs automatiques *a*, *a* et, d'autre part, les lignes connectées aux barres par des interrupteurs *b*, *b*. Si l'un des interrupteurs *a*. *a* fonctionne, il se produit une surtension théorique maximum $I_0\sqrt{\frac{L}{C}}$ sur l'alternateur intéressé, *L* et *C* étant ses constantes et I_0, le courant interrompu. De même, si l'un des interrupteurs *b*, *b* vient à sauter, il se produit aussi sur la ligne correspondante une surtension maximum théorique $I_0\sqrt{\frac{L}{C}}$, où *L* et *C* sont les constantes du câble. En chacun de ces points il faudra donc installer des limiteurs de tension.

Il faut remarquer que, si un court-circuit prend naissance sur l'un des câbles, toutes les machines reliées aux barres omnibus débitent en court-circuit et que le limiteur de tension doit avoir un débit très considérable pour produire un effet quelconque, car toute la puissance de l'usine se trouve en jeu. D'autre part, ce serait une erreur de placer les limiteurs sur les barres omnibus, car une des principales causes de surtension provient du fonctionnement des automatiques, et, dans ce cas, au moment où

l'automatique d'une machine fonctionnerait en provoquant une surtension dans celle-ci, la machine se trouverait séparée des barres et, par conséquent, du limiteur qui ne pourrait plus la protéger.

Un autre genre de phénomène peut s'éveiller sur des réseaux de câbles, à savoir une résonance accidentelle des harmoniques des machines avec la capacité du réseau. Dans ce cas, la fréquence naturelle d'oscillation est assez basse puisqu'elle sera 3, 5 ou 7 fois la fréquence normale d'alimentation. Pour ces très basses fréquences, on pourra négliger la capacité des alternateurs vis-à-vis de la self-induction et la self-induction des câbles vis-à-vis de leur capacité. On se trouvera alors dans le cas d'une self-induction simple (celle des alternateurs), entrant en résonance avec une capacité simple (celle des câbles) et l'on pourra avoir des surtensions énormes aux points de jonction de la self-induction et de la capacité, c'est-à-dire au point de branchement des alternateurs du réseau. Si la résonance est accidentelle, un appareil bien calculé aura une action efficace; si elle est permanente, c'est-à-dire se renouvelle périodiquement à intervalles rapprochés, aucun appareil ne pourra en éviter les effets destructifs, car il devrait absorber d'une façon continue une partie importante de l'énergie de la station centrale. Si l'on étudie encore le fonctionnement d'un parafoudre, en raisonnant comme nous l'avons fait plus haut, on trouve que la résistance R à mettre en série doit satisfaire aux conditions suivantes :

1° $R > \sqrt{\frac{L}{C}}$ pour empêcher le réamorçage de l'arc;

2° $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, pour ne pas former un circuit oscillant;

3° enfin, par suite de l'incertitude dans l'évaluation de $\sqrt{\frac{L}{C}}$, où L et C sont des constantes de l'alternateur, on prendra $R > 4\sqrt{\frac{L}{C}}$. Pour $R = 4\sqrt{\frac{L}{C}}$, le coefficient de réduction est encore 0,80 dans le cas le plus favorable, ce qui démontre également l'inefficacité du parafoudre à cornes.

Détermination d'un appareil réalisant les conditions du problème. Soupape électrique système Giles. — Cet appareil est basé sur des analogies hydrauliques. Considérons (*fig.* 9 et 10) une pompe centrifuge A débitant sur une

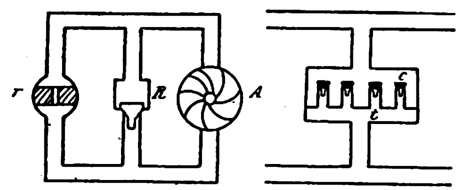


Fig. 9 et 10. — Schéma d'une installation à pompe centrifuge où les coups de bélier sont évités au moyen d'une série de tuyaux capillaires *c*.

conduite munie d'un robinet *r* de section $\frac{1}{33}$ de mètre carré. Si l'on ferme instantanément *r*, il se produit un coup de bélier, qu'on cherchera à éviter en plaçant sur la conduite une soupape R ayant une section de $\frac{1}{2000}$ de mètre carré; mais il est bien évident que cette section est insuffisante; il faut que la section de R soit au moins comparable à celle de *r*.

D'autre part, si la section de R est trop grande, sa fermeture brusque provoquera de nouveaux coups de bélier et elle pourra engendrer des oscillations dans la colonne liquide. Un palliatif efficace consiste à employer une série de tubes capillaires (*fig.* 10) dont chacun est fermé par un clapet indépendant *c*. Si la résistance de chacun des tuyaux est telle que la colonne liquide qui y circule ne peut prendre de mouvement oscillatoire, il est évident que l'ensemble des colonnes n'en aura pas. En mettant en parallèle un nombre suffisant de colonnes, on pourra avoir un débit aussi grand qu'avec une soupape unique à grande section. Les petits clapets s'ouvriront les uns après les autres, débitant chacun pour leur compte jusqu'à ce que la section totale offerte au liquide soit suffisante. Quand la force vive du coup de bélier aura été absorbée par la résistance de frottement, les petits clapets se fermeront les uns après les autres.

Le limiteur de tension sera conçu dans le même esprit. On monte en parallèle (*fig.* 11 et 12) un certain nombre

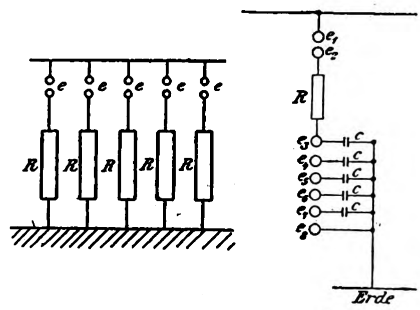


Fig. 11 et 12. — Schéma d'une soupape électrique système Giles.

d'éléments dont chacun comporte une distance explosive et une résistance.

Ces appareils distincts ne commenceront jamais à fonctionner en même temps, de telle sorte que les résistances seront intercalées progressivement dans le circuit à la façon d'un rhéostat muni d'un commutateur à plusieurs plots.

On arrivera ainsi à intercaler dans le circuit de terre une résistance très faible qui écoulera la surtension sans produire de perturbation sur le réseau.

Chacun de ces éléments devra remplir deux conditions. Premièrement, on devra pouvoir obtenir l'amorçage de l'ensemble avec une tension peu supérieure à la tension du réseau. Deuxièmement, l'extinction des étincelles devra être assurée quand la tension reviendra à sa valeur normale.

Chaque élément (*fig.* 12) est formé d'un premier intervalle réglable e_1, e_2, d'une résistance ohmique R et d'une série de distances explosives non réglables e_3, e_4, ..., e_8.

Chacune des électrodes constituant ces distances explosives, à l'exception toutefois de la dernière, est réunie à la terre par l'intermédiaire d'un très petit condensateur *c*.

La dernière électrode e_8 est réunie directement à la terre par un conducteur métallique.

Avant le fonctionnement de l'appareil, l'électrode e_1 est

au potentiel de la ligne, alors que toutes les autres $e_2, \ldots, e_3$ sont maintenues au potentiel de la terre, soit par l'intermédiaire de petits condensateurs *c*, soit par le conducteur métallique.

S'il survient une surtension plus grande que la tension de réglage de la distance explosive e_1 et e_2, il s'amorcera une première étincelle dans l'intervalle, et le courant qui y passera sera seulement celui qui peut traverser le premier des petits condensateurs.

A ce moment, les boules e_2 et e_3 se mettront au même potentiel que la boule e_1, déduction faite de la chute de tension dans l'arc : e_4 étant toujours au potentiel de la terre et e_3 étant à un potentiel voisin de celui de la ligne, il s'amorcera un arc dans la distance explosive e_3 et e_4 et l'électrode e_4 sera au même potentiel que e_3, déduction faite de la chute de tension dans l'arc.

Toutes les étincelles s'amorceront ainsi successivement jusqu'à la dernière e_7, e_8 et, à ce moment, le courant pourra s'écouler librement de la ligne à la terre en passant par le premier éclateur e_1, e_2, la résistance ohmique *R*, les distances explosives $e_3, \ldots, e_7, e_8$ et le conducteur métallique.

On voit que, avec ce montage, on dispose de la presque totalité du voltage du réseau pour amorcer séparément chacune des étincelles, tandis que, dans les autres appareils, on doit toujours amorcer d'un seul coup tout un groupe.

Il en résulte que la surtension nécessaire à l'amorçage est beaucoup plus faible que dans les autres appareils. Les petits condensateurs permettent d'obtenir ce résultat et possèdent également la propriété de faciliter l'extinction des étincelles après la disparition des surtensions, mais ils n'ont pas pour rôle d'écouler les surtensions. Celles-ci passent directement à la terre par les étincelles et la résistance ohmique.

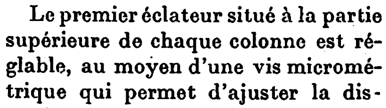


Fig. 13. — Soupape électrique système Giles.

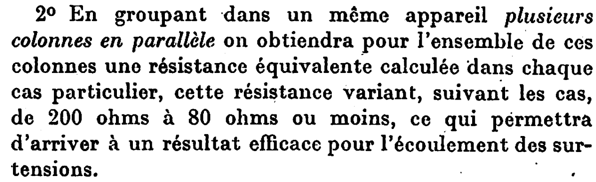
Pratiquement, l'appareil complet dont nous donnons la photographie ci-contre (*fig.* 13) est formé de 6, 8 ou 12 colonnes en parallèle ayant, suivant les cas, des résistances individuelles de 1000 à 2500 ohms.

Le premier éclateur situé à la partie supérieure de chaque colonne est réglable, au moyen d'une vis micrométrique qui permet d'ajuster la distance explosive d'après la tension de l'installation. Il est enfermé dans un petit cylindre de verre qui le met à l'abri des poussières. Le réglage peut donc être précis.

Les autres distances explosives sont fixes. Comme elles sont formées par des rondelles, elles ont un développement considérable de 190 mm. Il en résulte que les étincelles se produisent sur des surfaces froides, ce qui facilite l'extinction immédiate sans soufflage. Les condensateurs, situés à l'intérieur de la colonne, ne sont pas visibles.

En résumé, l'appareil présente les avantages suivants :

1° Chaque élément ou colonne a une *résistance ohmique de valeur suffisante* pour que son fonctionnement ne puisse amener de perturbations sur le réseau.



2° En groupant dans un même appareil *plusieurs colonnes en parallèle* on obtiendra pour l'ensemble de ces colonnes une résistance équivalente calculée dans chaque cas particulier, cette résistance variant, suivant les cas, de 200 ohms à 80 ohms ou moins, ce qui permettra d'arriver à un résultat efficace pour l'écoulement des surtensions.

3° *Chaque colonne a un fonctionnement indépendant* des autres. Deux colonnes ne s'amorceront jamais en même temps, parce qu'il est impossible de donner à l'éclateur réglable des réglages rigoureusement identiques.

Il résulte de ceci que l'appareil intercalera dans le circuit des résistances progressivement décroissantes au fur et à mesure que les colonnes entreront en fonctionnement et que, après l'écoulement de la surtension, toutes les résistances groupées en parallèle seront mises hors circuit les unes après les autres.

De cette façon, *le limiteur fonctionne véritablement à la manière d'un rhéostat* manœuvré par un commutateur.

4° *L'appareil peut s'amorcer pour une faible surtension*, car le montage sur bague isolante formant condensateur permet de disposer de la presque totalité de la tension pour l'amorçage de chacune des distances explosives du limiteur.

5° Le dispositif assure l'*extinction de l'étincelle* sans soufflage *à chaque demi-période*, de telle sorte que les résistances des colonnes n'absorbent que l'énergie correspondant aux pointes de surtension. Cette énergie est toujours faible et l'on peut démontrer que la rupture des plus violents courts-circuits peut être absorbée au moyen de petites résistances de petit volume, ce qui ne pourrait avoir lieu avec un appareil dont le fonctionnement durerait plusieurs secondes. Les expériences suivantes permettent encore de se rendre compte de l'action d'un parafoudre à cornes et d'une soupape.

I. Sur la figure 14, T représente un transformateur;

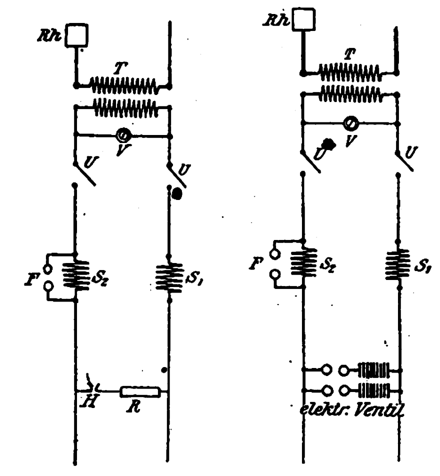


Fig. 14 et 15. — Schéma d'expériences comparatives entre un parafoudre à cornes et une soupape système Giles.

Rh, un rhéostat liquide; S_1 et S_2, des bobines de réactance (aux bornes de cette dernière est branché l'excitateur F); H, un parafoudre à cornes en série avec la résistance *R*;

V, un voltmètre. On couple le transformateur T avec le réseau et avec le rhéostat Rh on fait monter progressivement la tension à 17000 volts; des étincelles éclatent d'abord en H, puis en F; ce qui montre que le parafoudre engendre des courants de haute fréquence. En même temps, on remarque sur le voltmètre que la tension est tombée à quelques milliers de volts; ce qui prouve que les cornes dissipent beaucoup plus d'énergie qu'il ne le faudrait pour faire disparaître la surtension. Inversement, si l'on abaisse la tension en agissant sur le rhéostat, les étincelles ne s'éteignent aux cornes que lorsque la tension s'est considérablement abaissée.

II. Au contraire (*fig.* 15), si l'on substitue au parafoudre une soupape système Giles dont l'éclateur est réglé au même écartement que les cornes et si l'on fait croître encore la tension du transformateur aux environs de 17000 volts, on remarque des étincelles à la soupape, mais l'exploseur F ne fonctionne plus et la tension indiquée par V n'a presque pas changé. Si l'on diminue quelque peu la tension primaire par le jeu du rhéostat, l'étincelle disparaît instantanément. En résumé, cette soupape n'engendre pas de courants de haute fréquence et ne laisse dissiper que la quantité d'énergie juste nécessaire pour éviter la surtension. B. K.

Force disruptive des ondes de tension momentanées (1).

I. GÉNÉRALITÉS. — La pratique des transmissions à haut potentiel montre que les oscillations de grande fréquence et les autres perturbations mettant en jeu une faible quantité d'énergie n'exercent pas des effets disruptifs aussi violents que ceux auxquels on pourrait s'attendre d'après leur tension. Ainsi l'on a observé, entre les bornes de transformateurs à huile à haute tension, des décharges dans l'air qui exigent une tension bien supérieure à celle que l'isolation du transformateur pouvait supporter, et le fait que le transformateur restait intact n'a pas toujours pu s'expliquer par l'effet protecteur de la réactance de ses conducteurs d'entrée.

Elihu Thomson a observé autrefois qu'en comparaison de l'air, l'huile a une rigidité diélectrique beaucoup plus grande pour les oscillations de haute fréquence que pour les tensions périodiques régulières. Plus récemment, Creighton a déduit de ses recherches que la rupture ne se produit pas instantanément dès l'application de la tension, mais avec un certain retard. Ce retard est appréciable, quoique très faible, même avec l'air. Il dépend de la nature du diélectrique et aussi de la forme du trajet de la décharge. L'importance industrielle de ce phénomène, pour la protection des réseaux contre les surtensions de courte durée, est due aux deux raisons suivantes :

Un intervalle d'éclatement occupé par un milieu dont le retard à la rupture est faible peut protéger les appareils contre des tensions momentanées, même s'il est réglé pour une tension de décharge plus élevée que celle que pourrait supporter l'appareil, appliquée d'une manière continue, si le retard à la rupture est beaucoup plus grand pour l'isolant de l'appareil que pour le parafoudre protecteur.

D'autre part, si le retard à la rupture de l'isolant de l'appareil est plus court que celui du parafoudre protecteur, ce dernier ne donnera pas une protection efficace contre les tensions momentanées, même si sous l'action d'une tension régulière il se décharge bien au-dessous de la rupture de l'isolant de l'appareil.

On a donc entrepris des recherches sur les effets disruptifs des tensions momentanées et l'on donne ici quelques résultats trouvés pour l'air et pour l'huile de paraffine blanche déshydratée.

Pour produire des ondes uniques de haute tension et de très courte durée, on a appliqué la méthode employée par Creighton : une tension continue est appliquée à l'enroulement primaire d'un transformateur à haute tension, mis en série avec une résistance non inductive. Pendant que l'intensité s'élève dans le primaire, une onde de tension est induite dans le secondaire (ou enroulement à haute tension) du transformateur. La valeur de l'onde de tension et sa durée sont déterminées par la tension continue d'alimentation et par la résistance du circuit primaire. L'énergie totale fournie au transformateur est déterminée par son inductance L et la valeur finale i_0 du courant continu appliqué, l'énergie du champ magnétique du transformateur étant $\frac{Li_0^2}{2}$.

MÉTHODE D'EXPÉRIENCE. — Pour l'étude de faibles quantités d'énergie sous de hautes tensions, il fallait un transformateur de faible puissance, et l'on eut beaucoup de difficulté à éviter les oscillations dues à la capacité interne de l'enroulement du transformateur. On réussit, par la disposition qu'indique la figure 1, à obtenir des ondes

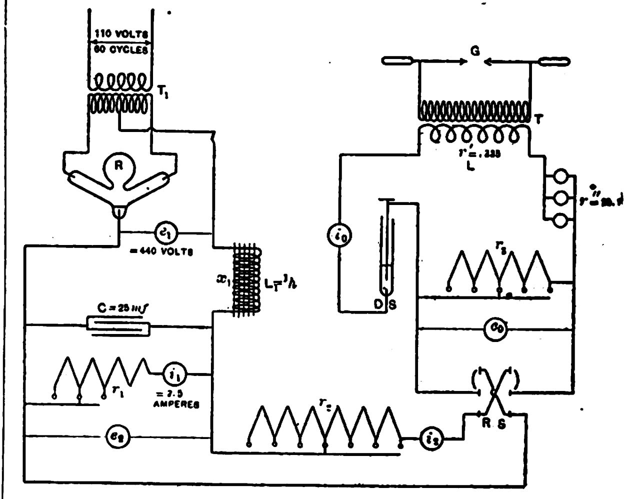


Fig. 1. — Dispositif pour la production d'ondes de haute tension.

uniques de haute tension et de faible énergie, exemptes d'oscillations. Il fallait cependant une surveillance constante, car le moindre mauvais contact, la moindre perte

(1) Joseph-L.-R. HAYDEN et Charles-P. STEINMETZ, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 27 juin 1910. *Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXIX, mai 1910, p. 747-776.

dans un des circuits donnaient immédiatement lieu à une oscillation et faussaient les résultats.

Dans la figure 1, T est un transformateur à haute tension, le rapport du nombre des spires étant 1 à 300. Ses bornes à haute tension sont reliées à l'éclateur G, dont le pas de vis est de 1,6 mm, de sorte qu'un seizième de tour fait varier l'intervalle de 0,1 mm. Du côté à basse tension, le transformateur est shunté par une résistance non inductive réglable r_3 et relié, par l'intermédiaire d'une seconde résistance de même nature r_2, à la source de tension continue e_2.

On employait, comme source de tension continue, un redresseur à mercure de 40 ampères 440 volts, R, alimenté, par l'intermédiaire du transformateur T_1, de courant alternatif à 110 volts et 60 périodes pris au réseau de la ville. Pour supprimer les pulsations de voltage du redresseur, une forte résistance x_1, d'inductance $L_1 = 1$ henry environ, était montée en série dans le circuit, et le circuit shunté par un condensateur de capacité $C = 25$ microfarads environ. Une résistance non inductive r_1 était mise en dérivation sous la tension e_2 et réglée de façon à donner une charge continue $i_1 = 2,5$ ampères. Dans certains essais, on mettait en série avec le transformateur une résistance non inductive r'', formée de trois lampes à incandescence montées en parallèle, une lampe à filament métallisé et deux lampes genre Nernst. Cette combinaison donne une résistance de valeur presque constante jusqu'à 4 ampères (environ 400 watts) et en même temps extrêmement non inductive.

L'onde de tension était produite par la fermeture du circuit du transformateur et non par son ouverture, car dans ce dernier cas le voltage est indéfini et l'onde généralement oscillante. Le circuit était fermé par une tige de cuivre de 7 mm de diamètre tombant d'une hauteur de 30 cm dans un tube à mercure. Le magnétisme résiduel du transformateur ayant une influence considérable, l'onde était toujours produite en fermant le circuit dans la direction inverse de celle où on l'avait fermé précédemment. C'est dans ce but que l'inverseur RS était inséré entre la résistance shunt r_3 et la résistance série r_2.

Avec un courant $i_0 = 2$ ampères dans le transformateur T et une inductance $L_1 = 0,75$ henry, le courant dans le condensateur C était 0,12 ampère. La pulsation étant de fréquence 120, cela donne, pour $L_1 = 1$ henry, une pulsation de 5 volts sur 440, ou plutôt moins, puisqu'une partie du courant de capacité est due aux harmoniques supérieurs. Cette pulsation ne se propage pas dans le transformateur T, car le courant de pulsation dans cet appareil, mesuré au moyen d'un transformateur de rapport unité, était inférieur à 0,01 ampère. Pour vérifier l'absence de toute pulsation, après chaque série d'essais on amenait les pointes de l'éclateur G lentement en contact et l'on observait si à l'instant avant le contact il se produisait une décharge continue appréciable. On pouvait découvrir ainsi le commencement d'une fuite ou d'un mauvais contact avant que les lectures en fussent affectées.

La méthode opératoire était la suivante : on réglait les résistances r_3 et r_2 de façon qu'avec le circuit du transformateur ouvert le voltage e_0 et avec le circuit du transformateur fermé le courant i_0 eussent des valeurs prédéterminées. On lisait sur les appareils les valeurs de e_1, e_2, e_0 et de i_1, i_2, i_0 avec l'inverseur RS ouvert, puis avec RS fermé et DS ouvert, puis avec RS et DS fermés. Ensuite on ouvrait RS, puis DS, on fermait RS dans la direction opposée, et l'on fermait DS tout en observant l'éclateur G. Alors on ouvrait RS, puis DS, on fermait RS dans la direction opposée, etc., jusqu'à ce qu'on eût fait 12 observations. De ces douze les deux premières étaient écartées. Le premier réglage de l'éclateur était choisi pour donner une décharge à chaque onde lancée. On allongeait alors l'intervalle d'éclatement, on répétait les essais et ainsi de suite jusqu'à ce qu'aucune décharge ne passât plus. Puis on raccourcissait l'intervalle par petits échelons et, à chaque échelon, on observait de nouveau 12 ondes, jusqu'à ce que la décharge passât à tout coup. On amenait alors au contact les électrodes de l'éclateur pour observer s'il se produisait une décharge continue et l'on faisait une seconde lecture des appareils pour s'assurer qu'aucun changement ne s'était produit pendant l'essai. On attendait 10 secondes après chaque manœuvre pour atteindre l'état stationnaire. On n'employait jamais l'interrupteur à gravité DS pour couper le courant et l'on renouvelait souvent le mercure.

Une théorie approximative (donnée par les auteurs dans un appendice) des phénomènes étudiés ici indique que la tension momentanée ne dépend que de l'inductance L du transformateur et de e_0 et i_0, mais est indépendante de la résistance r du circuit du transformateur. Ceci permet de vérifier l'absence des oscillations ou autres perturbations. La résistance intérieure du transformateur est $r' = 0,355$ ohm. La mise en série dans son circuit d'une résistance beaucoup plus grande, $r'' = 25,7$ ohms, devrait donc diminuer beaucoup toute oscillation qui pourrait s'y produire, mais n'aura aucun effet si le voltage momentané est une onde unique. Tous les essais ont été faits avec et sans résistance additionnelle r'', et la concordance des résultats montre l'absence des oscillations.

Résultats des essais. — Les essais ont été effectués avec des aiguilles et avec des sphères de 3,8 cm de diamètre dans l'air et dans l'huile de paraffine blanche déshydratée. Pour l'huile, l'éclateur était disposé verticalement et placé dans un vase en verre rempli d'huile.

Les résultats sont exprimés sous forme de courbes dans les figures 2 et 3 pour l'air et les figures 4 et 5 pour l'huile ; en abscisses sont portées les tensions exprimées en kilovolts ; en ordonnées les distances en cm des aiguilles ou des sphères ; sur chaque courbe est indiquée l'intensité en ampères du courant i_0 fourni au primaire du transformateur T.

En vue de la comparaison on a fait des essais avec des tensions alternatives à 60 p : s, dont les résultats sont donnés dans la figure 6 pour les aiguilles et les sphères, dans l'air et dans l'huile.

Dans ces essais, le primaire du transformateur était shunté par une résistance constante non inductive de 30 ohms, pour éviter tout changement de la forme d'onde de la tension aux bornes du transformateur quand on la faisait varier au moyen d'une résistance en série.

Dans les figures 2 et 3, représentant les distances d'éclatement pour des ondes de tension momentanées, entre



aiguilles et entre sphères dans l'air, chaque courbe correspond à un courant d'intensité déterminée fourni au

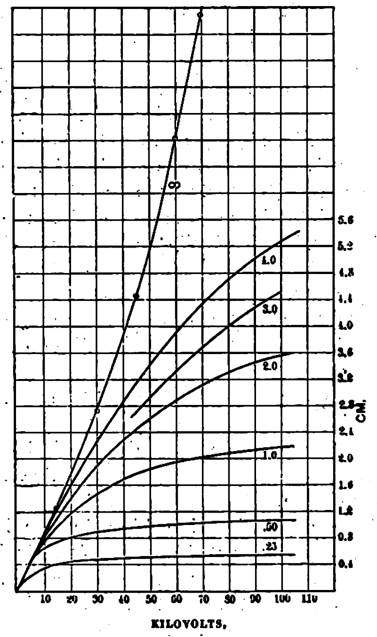


Fig. 2. — Aiguilles dans l'air, tensions momentanées.

transformateur, c'est-à-dire à une quantité déterminée d'énergie. L'énergie est d'autant plus faible que le courant

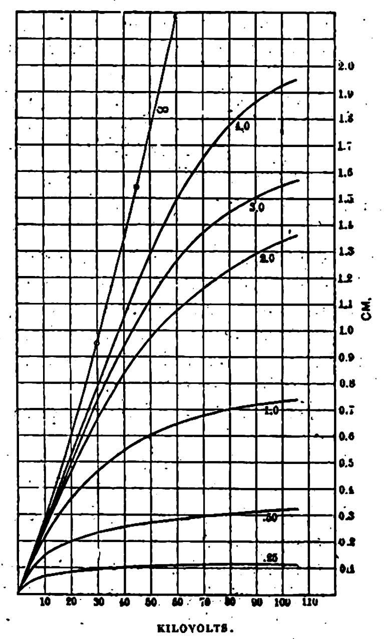


Fig. 3. — Sphères dans l'air, tensions momentanées.

est plus faible, et la courbe correspondant à une quantité illimitée d'énergie fournie, c'est-à-dire à un voltage alternatif continuellement appliqué, est marquée du signe ∞. Cette courbe représente les tensions maxima ($\sqrt{2}$ fois les tensions efficaces).

Ces figures montrent que les courbes des distances d'éclatement pour ondes momentanées se détachent de la courbe correspondant à l'énergie illimitée (∞) aux basses tensions, mais tombent au-dessous de cette courbe d'autant plus tôt et d'autant plus vite que l'énergie mise en jeu plus faible. Dans la figure 2, pour une énergie fournie au transformateur représentée par $i_0 = 0{,}25$ ou 0,5 ampère, la distance d'éclatement est, à 15 kilovolts, beaucoup plus faible que pour l'énergie illimitée. A $i_0 = 1$ et 2 ampères, la distance est encore nettement plus faible,

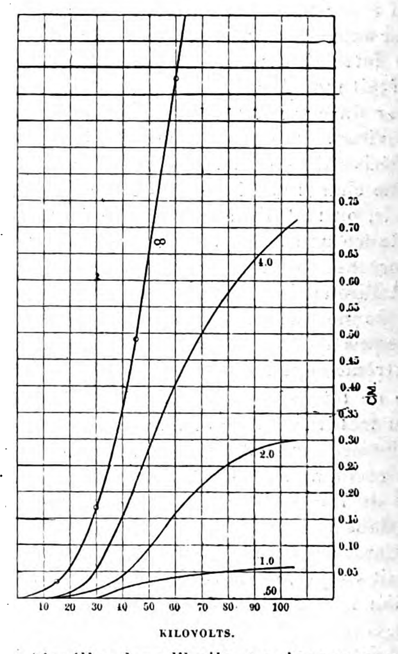


Fig. 4. — Aiguilles dans l'huile, tensions momentanées.

tandis que pour $i_0 = 4$ ampères elle est pratiquement la même à 15 kilovolts que pour une énergie illimitée, mais tombe plus bas aux tensions plus élevées.

Il est intéressant de noter dans la figure 6 la grande différence d'allure des courbes représentant les distances d'éclatement, pour une tension alternative à 60 p : s, dans l'huile et dans l'air. Dans l'huile, jusqu'à une tension maxima de 29 kilovolts, la distance d'éclatement entre les pointes d'aiguille est moindre qu'entre les sphères de 3,8 cm de diamètre. Au-dessous de 15 kilovolts, aucune distance d'éclatement ne pouvait être observée; quand on approche de la tension correspondant à la rupture du diélectrique, on remarque une certaine agitation dans l'huile et parfois la production de bulles gazeuses et aussi un retard appréciable, si bien qu'on doit attendre 3 à 5 secondes à chaque valeur de la tension avant de passer à une valeur plus élevée, sinon l'on pourrait dépasser de beaucoup la tension de rupture. Il semble que la rupture électrostatique dans l'huile soit un phénomène très complexe, comprenant des mouvements méca-


VOLTS
VOLTS
VOLTS
MAISON
ROUSSELLE
& TOURNAIRE
Société Anonyme – 52 Rue de Dunkerque PARIS
Seule Concessionnaire de la Sté SIEMENS & HALSKE
MESURES ÉLECTRIQUES

niques et une dissociation chimique. L'huile doit être soigneusement desséchée et filtrée.

Toutes ces courbes des variations de la distance d'éclatement à énergie constante semblent, pour les tensions élevées, s'approcher de la direction horizontale, c'est-à-dire que la distance d'éclatement tend vers une limite. Pour la faible quantité d'énergie mise en jeu quand $i_0 = 0{,}25$ ou $i_0 = 0{,}5$ ampère, cette limite semble avoir été atteinte dans les essais.

Pour les ondes de tension momentanées, la distance d'éclatement paraît approcher d'une limite finie quand la tension croît, et cette limite est d'autant plus haute que l'énergie mise en jeu par l'onde est plus grande. Pour

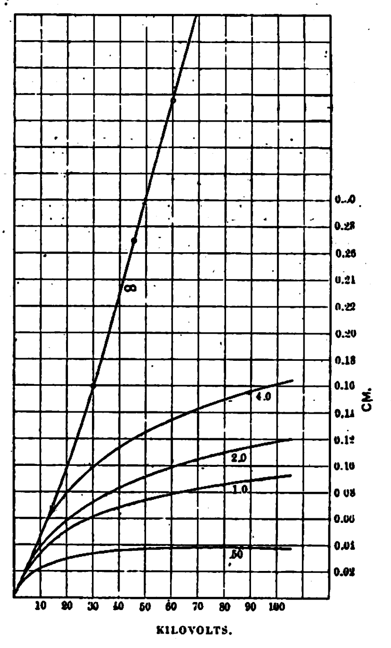


Fig. 5. — Sphères dans l'huile, tensions momentanées.

une tension suffisamment élevée; la distance d'éclatement à énergie limitée devient indépendante de la tension et n'est plus qu'une fonction de l'énergie transportée par l'onde.

Ainsi la courbe ordinaire des distances d'éclatement, tirée d'essais avec énergie illimitée, ne s'applique nullement quand la durée du voltage est si brève que l'énergie appliquée est limitée. A 100 kilovolts, la distance d'éclatement entre pointes d'aiguilles dans l'air est 15 cm avec énergie illimitée, mais seulement 0,52 cm avec la puissance limitée correspondant à $i_0 = 0{,}25$ ampère.

Entre les sphères dans l'air, si l'énergie qui donne lieu à l'onde de tension est limitée, la distance d'éclatement est plus faible que pour une énergie illimitée, comme entre pointes d'aiguilles, mais cet effet est ici plus accentué pour les énergies faibles, et légèrement moindre pour les énergies fortes. Donc si un éclateur à pointes et un éclateur à sphères sont réglés pour se décharger à une même tension alternative, sous l'action des ondes momentanées la décharge fra chirait toujours l'éclateur à aiguilles si l'énergie est très faible et franchirait ordinairement l'éclateur à sphères si l'énergie est grande.

Les sphères dans l'huile se comportent à peu près comme les sphères dans l'air sous l'action des ondes momentanées, sauf que la décroissance de la distance d'éclatement pour quantités d'énergie limitées est beaucoup plus grande dans l'huile que dans l'air, et pour l'énergie la plus faible, donnée par $i_0 = 0{,}25$ ampère, on ne pouvait observer aucune décharge.

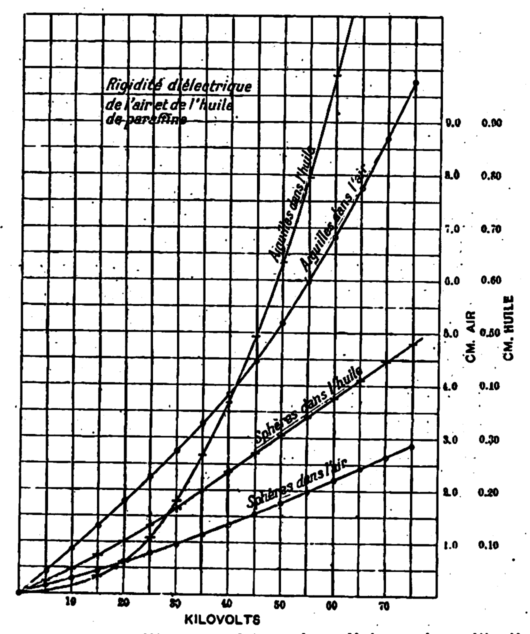


Fig. 6. — Aiguilles et sphères dans l'air et dans l'huile, tension alternative, 60 p : s.

Cela signifie que le retard à la rupture est beaucoup plus grand pour l'huile que pour l'air, et qu'il faut plus d'énergie pour traverser une couche d'huile que pour traverser une couche d'air, les deux éclateurs étant réglés pour la même tension alternative (énergie illimitée).

Ainsi un éclateur à sphères de 0,6 cm dans l'air, et un éclateur à sphères de 0,1 cm dans l'huile, se déchargent à la même tension de 20 kilovolts, si l'énergie qui accompagne cette tension est illimitée. Avec une onde unique, dont l'énergie est limitée à celle que donne un courant $i_0 = 2$ ampères, l'éclateur dans l'air se décharge à 27 kilovolts, tandis que l'éclateur dans l'huile demande 62 kilovolts. Il s'ensuit donc qu'un éclateur dans l'air, réglé de façon à protéger les isolements à l'huile contre les tensions à énergie illimitée, les protège aussi contre les tensions momentanées; mais inversement, un éclateur dans l'huile, même réglé pour se décharger sous une tension alternative bien inférieure à celle que l'isolation à l'air supporterait en toute sécurité, ne protégerait pas cette isolation contre des ondes de tension momentanées, si leur énergie était assez faible.

Des relations assez analogues existent entre l'éclateur à pointes d'aiguilles et l'éclateur à sphères dans l'air. Il semble cependant que l'éclateur à pointes d'aiguilles dans

12....

l'air soit plus efficace que l'éclateur à sphères pour la protection contre les voltages momentanés.

Les courbes des distances d'éclatement pour voltages momentanés, entre pointes d'aiguilles dans l'huile (*fig.* 4) sont bien différentes et fort étranges. Aux énergies les plus faibles (pour $i_0 = 0,25$ et $i_0 = 0,5$ ampère) ne correspond aucune distance d'éclatement appréciable. Pour $i_0 = 1$ ampère, le voltage le plus bas auquel on puisse observer une distance d'éclatement, d'ailleurs très faible (0,025 cm) est 45 kilovolts. C'est entre ces pointes d'aiguilles dans l'huile que le passage de la décharge paraît exiger le plus d'énergie, c'est-à-dire qu'elles donnent lieu au plus grand retard à la décharge, bien plus grand qu'entre sphères dans l'huile.

Distances d'éclatement pour voltages momentanés de valeur infinie. — Dans ce paragraphe que nous nous bornons à mentionner, les auteurs montrent que la partie supérieure des courbes des figures 2 à 5, se rapportant aux voltages momentanés d'énergie constante, peut se représenter par une hyperbole équilatère.

Énergie de la décharge. — Les auteurs ont évalué l'énergie de la décharge d'après la courbe d'excitation du transformateur. Ils ont constaté que les quantités d'énergie mises en jeu dans les essais varient d'un minimum de 0,01 joule à un peu plus de 1 joule. Mais ceci représente l'énergie totale qui est fournie au transformateur. Ces valeurs sont donc la limite supérieure de l'énergie qui suffit à franchir l'éclateur. On voit que les effets disruptifs peuvent s'obtenir avec une quantité remarquablement faible d'énergie.

Conclusions. — La décharge disruptive à travers un diélectrique n'exige pas seulement un voltage suffisamment élevé, mais aussi un minimum bien déterminé d'énergie.

La décharge disruptive ne se produit pas instantanément avec l'application de la tension, mais un peu après, l'intervalle de temps qui les sépare étant ordinairement très court. C'est pendant ce temps que l'énergie disruptive est fournie au diélectrique. Cet intervalle peut s'appeler le retard à la décharge.

L'énergie disruptive pour l'huile paraît être environ 30 fois plus grande que pour l'air, et celle des diélectriques solides est probablement encore plus grande. Un intervalle d'huile demande donc plus de temps qu'un intervalle d'air pour laisser passer la décharge, mais même dans un intervalle d'air la décharge n'est pas instantanée. Un intervalle d'air peut ainsi protéger un intervalle d'huile contre les voltages momentanés, mais l'inverse n'estpas vrai.

Avec une quantité limitée d'énergie, la distance d'éclatement croît plus lentement avec la tension que la distance d'éclatement avec énergie illimitée, et finalement la distance d'éclatement devient entièrement indépendante de la tension et simplement fonction de l'énergie.

A énergie constante et tension croissante, la distance d'éclatement paraît tendre vers une limite fixe par une courbe hyperbolique.

La tension à laquelle la distance d'éclatement devient pratiquement indépendante de la tension est d'autant plus faible que la quantité d'énergie mise en jeu est plus limitée.

Des résultats obtenus on peut tirer les formules approximatives et empiriques suivantes donnant l'énergie en joules W nécessaire pour une décharge disruptive à travers une distance en centimètres d_0 :

Pointes d'aiguilles dans l'air......... $W = 0,063\, d_0^{1,5}$
Sphères de 3,8 cm dans l'air........ $W = 0,3\, d_0^{1,5}$
Pointes d'aiguilles dans l'huile de paraffine blanche déshydratée........ $W = 0,235 + 0,72\, d_0$
Sphères de 3,8 cm dans l'huile de paraffine blanche déshydratée...... $W = 10\, d_0^{1,5}$

L'étude des effets disruptifs produits par les tensions momentanées, c'est-à-dire avec énergie limitée, a un intérêt théorique, car elle peut conduire à une connaissance plus claire de la décharge disruptive. Elle a aussi un intérêt industriel, puisque la plupart des anomalies de tension qui se produisent dans les réseaux électriques sont momentanées, c'est-à-dire d'énergie limitée. Les effets disruptifs des ondes momentanées de tension sont très peu connus, et l'étude de cette question devrait être poursuivie. P. L.

Sur l'emploi de l'air liquide pour l'isolement des canalisations.

L'utilisation de l'air liquide pour l'isolement des conducteurs électriques a été proposée déjà à plusieurs reprises. Outre qu'il constitue un excellent isolant, l'air liquide présente encore l'avantage de réduire considérablement les pertes en ligne en abaissant la température des conducteurs et diminuant ainsi leur résistance.

Dans un article d'ensemble sur les propriétés diélectriques, M. Jean Escard (¹) rappelle, à propos de l'air liquide, quelques expériences effectuées par M. Jona en vue de déterminer la rigidité diélectrique de ce corps.

Dans ces essais on déterminait la différence de potentiel nécessaire pour faire jaillir une étincelle entre une pointe et un plateau placés en regard et plongés dans l'air liquide; les résultats obtenus sont résumés par les chiffres suivants :

Potentiels.	Distances explosives.
10 000 volts........	1 mm
20 000 —	2 mm
50 000 —	9,2 mm
80 000 —	18 mm
100 000 —	24 mm

Ces chiffres montrent que l'air liquide possède une rigidité diélectrique très élevée. Comme isolant, il est même de beaucoup supérieur aux huiles de lin, de colza et d'olive, et peut être comparé, à ce point de vue, au toluène, au xylène et au benzène.

Quant à la diminution des pertes par chaleur Joule qui résulterait de l'emploi de l'air liquide, elle est très importante, car, comme l'expérience l'a montré, avec le cuivre, ces pertes ne sont plus que le centième environ de celles qui se produisent à la température ordinaire. Aussi Elihu Thomson estimait-il que, malgré la dépense résultant du remplacement de l'air liquide évaporé, il serait néanmoins avantageux d'enfermer les conducteurs dans des conduites où circulerait de l'air liquide.

(¹) Jean Escard, *Propriétés diélectriques de l'air* (*Revue générale des Sciences*, 15 octobre 1910, p. 805-812).



APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MÉTALLURGIE.

L'aciérie électrique de Dommeldange (Grand-Duché de Luxembourg) (1).

Aciérie. — Nous avons déjà dit que la fonte Thomas produite dans les hauts fourneaux était destinée à la fabrication des aciers électriques sans avoir à subir une deuxième fusion. Toutefois, cette fabrication ne s'opère pas par traitement direct au four électrique. Suivant une pratique qui nous paraît destinée à se répandre de plus en plus dans l'industrie sidérurgique, le four électrique ne sert ici que pour obtenir l'affinage final ou mise au point de l'acier, la première épuration se faisant par le procédé Thomas.

L'avantage primordial de cette installation mixte réside en ceci : que la durée du traitement au four électrique est réduite au minimum et qu'un seul four ainsi conduit peut donner une production journalière relativement considérable; au surplus, la précision de l'opération reste la même et les produits obtenus sont d'égale qualité.

Fig. 19. — Vue du mélangeur Wellmann et des fours pendant le montage.

A Dommeldange, la fonte liquide Thomas est d'abord traitée dans un four Wellmann-Talbot, à gaz de gazogène dit *mélangeur*. Ce four est à récupération de chaleur et oscille autour de son grand axe par la simple manœuvre de la manette d'un rhéostat contrôlant un moteur électrique. La capacité du four est de 20 tonnes. La tôle et les revêtements sont basiques (dolomie et magnésie). Le gaz est produit dans une batterie de gazogènes Dowson.

La fonte liquide est amenée des hauts fourneaux au

(1) Voir *La Revue électrique*, t. XIV, 30 novembre et 15 décembre 1910, p. 376 et 416.



mélangeur Wellmann, à l'aide d'un chariot électrique avec moteur à courant continu sous 500 volts et prise de courant par trôlet. Ce chariot est construit pour une charge de 20 tonnes.

A leur arrivée à l'aciérie, les poches de fonte sont enlevées par un pont roulant électrique et déversées dans le mélangeur.

Les teneurs en impuretés de la fonte à traiter sont en moyenne les suivantes :

Carbone	3 à 4	pour 100
Silicium	0,6	—
Soufre	0,08 à 0,10	—
Phosphore	1,8	—
Manganèse	1,2	—

La première charge du four Wellmann comporte un mélange de riblons et de fonte Thomas. Après quelques heures de traitement, on obtient un acier doux dont la composition moyenne est la suivante :

Carbone	0,08 à 0,19	pour 100
Silicium	Traces	—
Soufre	0,025	—
Phosphore	0,08	—
Manganèse	0,25	—

C'est ce métal, présentant déjà les caractères d'un bon affinage, qu'on traite ensuite aux fours électriques. Lorsque ceux-ci sont chargés on ajoute, à l'acier liquide restant dans le mélangeur, la fonte liquide venant des hauts fourneaux : la composition du mélange au moment de chaque chargement étant en moyenne de 60 pour 100 d'acier et 40 pour 100 de fonte Thomas [1].

En marche normale on introduit ainsi dans le mélangeur 6 tonnes de fonte toutes les 4 à 5 heures. La figure 19 donne une vue d'ensemble du mélangeur Wellmann et des fours, situés à l'arrière plan.

L'acier doux est transporté dans des poches spéciales du mélangeur aux fours électriques par un pont roulant électrique de 15 tonnes.

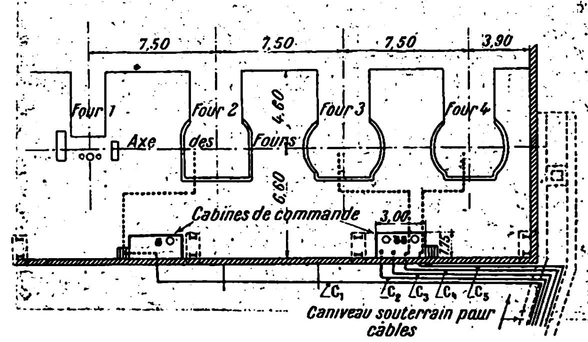


Fig. 20. — Plate-forme des fours électriques et câble d'amenée.

Fours électriques. — L'installation comprend actuellement deux fours monophasés d'une capacité de 3500 kg (nos 3 et 4) et un four triphasé de 1500 kg (no 2). Un troisième four monophasé semblable aux nos 3 et 4 est actuellement en construction et sera installé sur l'emplacement occupé provisoirement par un four d'essai de 750 kg. La figure 20 donne la vue en plan de la plate-forme des fours qui est surélevée de 3 mètres par rapport au niveau de la halle de coulée.

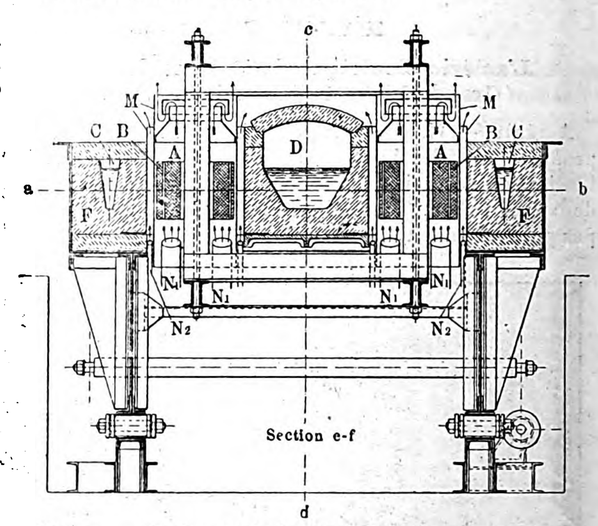


Fig. 21. — Coupe verticale (*e f*) d'un four monophasé Röchling-Rodenhauser.

Fours monophasés. — Les deux fours monophasés en service sont du système Kjellin, modifié par Röchling-Rodenhauser, d'une capacité de 3500 kg. On sait que le four

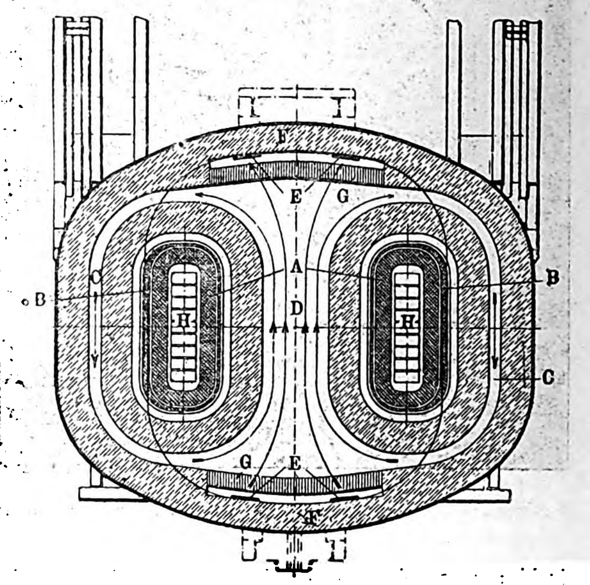


Fig. 22. — Coupe horizontale (*a b*) d'un four monophasé Röchling-Rodenhauser.

Röchling-Rodenhauser est un four du type à induction, c'est-à-dire qu'il peut être considéré comme un véritable transformateur statique recevant dans son circuit pri-

(1) Plus exactement, la charge est de 30 ou 50 pour 100 de fonte suivant qu'on marche avec 2 ou 1 four électrique.



maire du courant alternatif à haute tension et faible intensité, et produisant dans son circuit secondaire du courant alternatif à basse tension et très haute intensité. Le circuit secondaire se trouve à cet effet réduit à une seule spire qui n'est autre que le métal à traiter contenu dans un circuit annulaire : l'isolement du bobinage est constitué par la maçonnerie réfractaire du four.

Les figures 21 et 22 présentent les coupes verticale

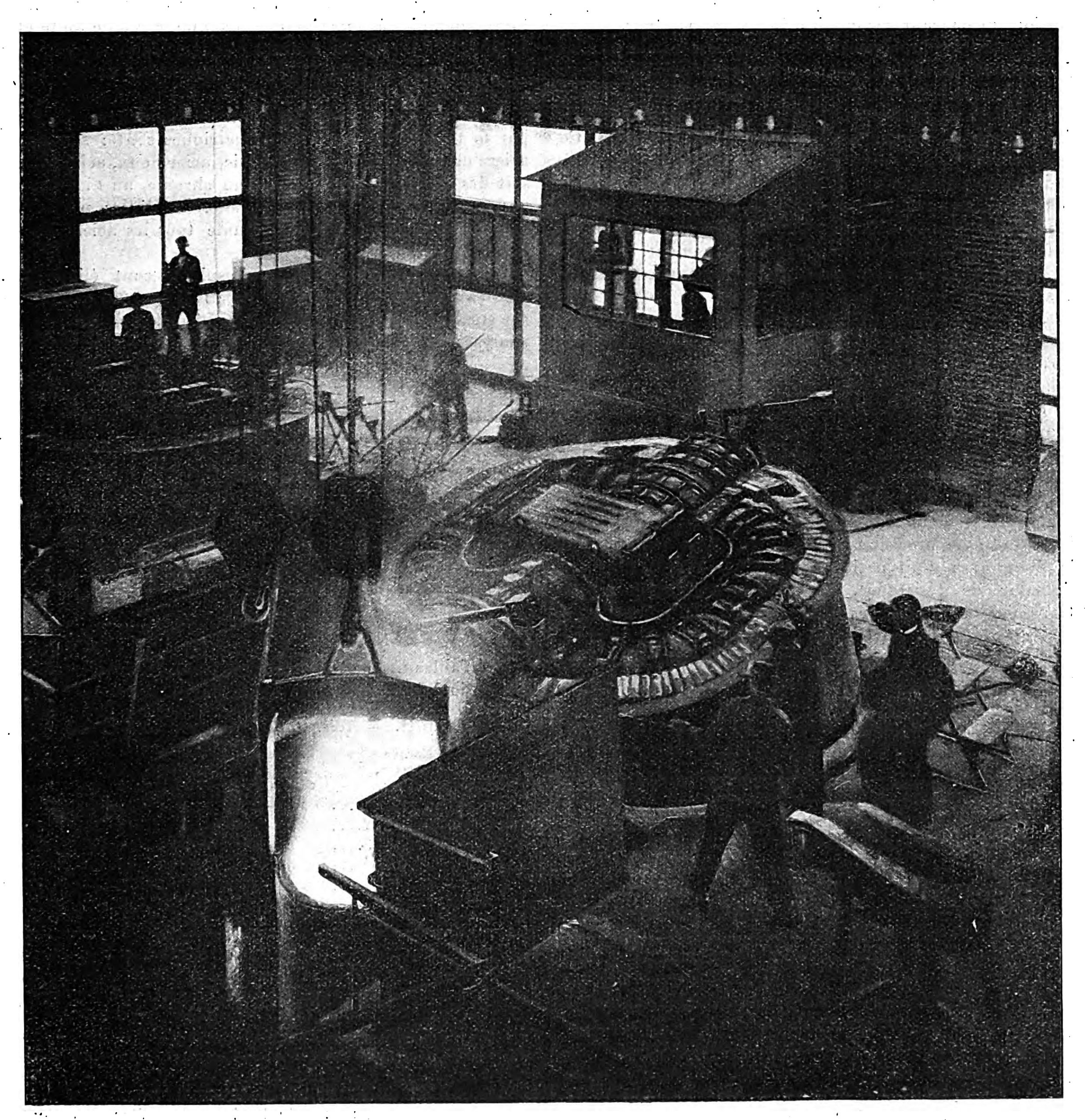


Fig. 23. — Vue d'un four monophasé pendant la coulée.

et horizontale de l'un de ces fours. Dans ces figures, FFF est le noyau de fer doux dont les deux branches verticales sont entourées des bobines primaires A. Ces bobines sont refroidies par une circulation d'air frais et sont protégées extérieurement par un revêtement basique en dolomie. La cuve a une section à peu près elliptique et est elle-même doublée d'un revêtement basique. Les canaux C ménagés entre le revêtement des bobines et le revêtement extérieur du four forment l'induit.

La partie centrale commune D constitue la chambre

12.....

d'affinage. Un détail caractéristique du four Röchling-Rodenhauser est le suivant : afin d'obtenir dans la chambre d'affinage une température au moins aussi élevée que dans les canaux étroits C, on a établi une dérivation du courant secondaire du transformateur.

Le courant supplémentaire est amené au bain par les lames métalliques E noyées dans la maçonnerie réfractaire et par les pièces G, conductrices de second ordre.

Les fours oscillent autour de leur grand axe pour faciliter la coulée du métal et l'élimination des scories. Ce mouvement d'oscillation est obtenu à Dommeldange à l'aide d'un petit moteur asynchrone de 10 chevaux sous 500 volts, faisant 710 tours par minute et muni de réduction par engrenage à vis sans fin. La vue de la figure 23, prise pendant la coulée, montre ce mouvement.

Le courant primaire fourni par les groupes transformateurs de la sous-station est, comme nous l'avons déjà dit, du courant monophasé à 3000-3500 volts avec fréquence de 25 périodes par seconde. L'intensité normale absorbée par chaque four est de 200 ampères dans la bobine primaire. Le voltage secondaire est de 6 à 8 volts et le facteur de puissance varie de 0,5 à 0,6, sa valeur moyenne aux fortes charges étant de 0,5. Chaque four a une contenance de 3000 kg; les coulées s'effectuant toutes les 2 à 3 heures, la production journalière s'élève, par 24 heures, à 30 tonnes environ.

Le réglage de la température du four s'opère très facilement et avec précision depuis la cabine de contrôle par la manœuvre d'un petit volant à main agissant, par insertion de résistance, sur la tension primaire. La transmission rapide des ordres entre les fours et la sous-station d'une part, entre la sous-station et la centrale de l'autre, est assurée par une installation très complète de téléphonie, effectuée par la maison Siemens et Halske.

Les deux fours monophasés sont en marche depuis le mois d'août 1909 et ont donné pleine satisfaction.

Four triphasé. — Un four triphasé Röchling-Rodenhauser de 2 tonnes a été mis en essai, mais les résultats n'ont pas été jusqu'ici très satisfaisants. Ce four est destiné principalement à la fabrication des alliages et des aciers spéciaux.

Le refroidissement des enveloppes de laiton des bobines inductrices est obtenu, pour l'ensemble des fours, par deux ventilateurs centrifuges, dont un de réserve, entraînés par moteurs asynchrones de 75 chevaux, sous 500 volts, 975 t : m.

Marche des fours. — Les fours monophasés marchent séparément pour donner les mêmes produits. Néanmoins des essais ont été faits, qui vont d'ailleurs être repris, dans lesquels le métal passe successivement d'un four dans l'autre avant d'être coulé : autrement dit les deux fours marchent en série pour fournir deux degrés d'affinage successifs. Le métal obtenu est alors raffiné à l'extrême limite et la précision, si nécessaire dans la fabrication des aciers spéciaux, est encore augmentée.

Nous indiquerons que la consommation d'énergie, mesurée aux fours dans les conditions de traitement exposées précédemment, s'élève, pour une charge de 3000 kg à 3500 kg, au chiffre de 350 à 390 kilowatts-heure par tonne de métal raffiné, l'acier obtenu étant de l'acier doux.

En dehors de la dépense d'énergie, la réfection du garnissage en dolomie, qui doit s'opérer tous les 15 jours, entraîne une dépense de 400 fr à 500 fr.

Ajoutons que durant les réparations du mélangeur les fours monophasés marchent avec 50 pour 100 de fonte et 50 pour 100 de mitraille. Dans ce cas, la durée du traitement et, par suite, la dépense d'énergie par tonne sont augmentées.

Résultats de l'affinage électrique. — Les aciers obtenus par le traitement aux fours électriques sont : soit des aciers ordinaires, acier de fonderie, acier doux, acier dur; soit des aciers spéciaux, aciers au chrome, au nickel, au carbone, au tungstène et au titane. Ces divers produits sont de qualité supérieure, comme tous les aciers électriques [1].

Les impuretés soufre et phosphore sont éliminées jusqu'aux teneurs moyennes respectives de 0,005 et 0,009. Au surplus le Tableau I donne les résultats de quelques analyses des aciers obtenus à Dommeldange.

TABLEAU I. — *Analyses chimiques.*

Nature de l'acier.	Teneurs pour 100. C	Si.	S.	Ph.	Mn.
Acier de fonderie...	0,35 à 0,40	0,50	0,010	0,002	0,50
Acier doux.........	0,08	0,098	0,007	0,009	0,25
Acier au chrome.... Cr = 0,87.	1,17	0,19	0,009	0,009	0,16
Acier dur...........	0,85	0,23	0,009	0,010	0,26
Acier de cémentation au nickel......... Ni = 3,60	0,12	0,20	0,008	0,009	0,40

Les Tableaux II et III donnent les résultats d'essais à la traction de l'acier forgé et de l'acier moulé :

TABLEAU II. — *Acier forgé. Essais à la traction.*

Marque de l'acier électrique.	Charge de rupture en kg : mm².	Allongement pour 100.
L. G. M. 1....	35-45	35-30
— 2....	45-50	32-25
— 3....	50-60	25-20
— 4....	60-70	20-18
— 5....	70-80	18-12
— 6....	80-100	10-6

[1] Il est aujourd'hui absolument démontré que les aciers électriques sont au moins aussi bons et, dans bien des cas, meilleurs que les meilleurs aciers au creuset. Nous croyons utile de reproduire ici, à ce sujet, les conclusions que M. Guillet, dont les travaux font autorité en la matière, a cru pouvoir tirer de ses études comparatives des aciers électriques et des aciers Martin ou au creuset. (Conclusions présentées au Congrès de Chimie appliquée de Rome, 1906.)

1° A charge de rupture égale, les aciers électriques ont plus d'allongement et une résistance au choc beaucoup plus grande que les aciers Martin ou au creuset. 2° A composition chimique semblable, du moins telle qu'elle est définie par les analyses chimiques, il semble y avoir une supériorité dans les propriétés mécaniques des aciers électriques. En réalité l'épuration est meilleure que celle qu'on peut obtenir au creuset. 3° Les aciers électriques se déforment moins à la trempe, ils se travaillent mieux à chaud, se maintiennent mieux et donnent un meilleur rendement comme outils.

TABLEAU III. — *Acier moulé. Essais à la traction.*

Marque de l'acier électrique.		Charge de rupture en kg : mm².	Allongement pour 100.
L. G. M.	*a*.....	40-45	25
—	*b*.....	45-50	20
—	*c*.....	50-60	15-18
—	*d*....	60-70	10-8

Comme spécialité pour l'industrie des machines électriques, la maison fabrique un acier extra doux pour pièces polaires destiné aux machines de hautes inductions. Cet acier répond à l'analyse suivante :

TABLEAU IV.

C.	Si.	Mn.	Ph.	S.
0,05 à 0,06	traces	0,25	0,005	0,003.

La figure 24 fournit les courbes d'induction relevées aux essais et la figure 25 la courbe de perméabilité.

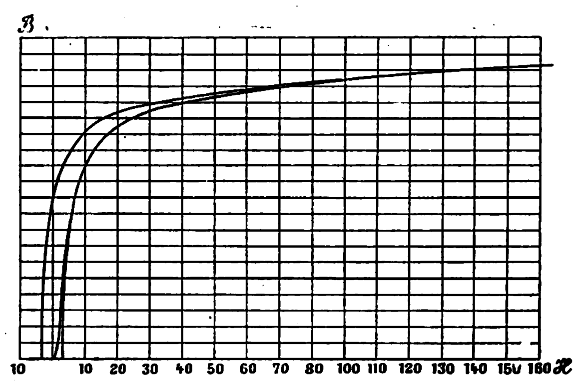


Fig. 24. — Courbes d'induction.

L'acier provenant des fours sert à la fabrication de lingots, de pièces moulées ou de pièces forgées. A cet effet,

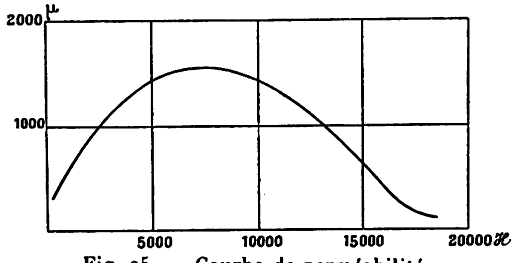


Fig. 25. — Courbe de perméabilité.

l'aciérie comprend un hall de moulage ou fonderie, des ateliers de finissage, une forge et toutes installations accessoires, le tout de construction très moderne ([1]).

([1]) Notre article était sous presse lorsqu'a paru dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* (n°s 36 et 37, 1910) une description, due à M. Hermann Thieme, de l'Aciérie électrique proprement dite de Dommeldange. Les lecteurs que la question intéresse y trouveront des détails complémentaires, qui ne pouvaient figurer dans une description d'ensemble des usines, notamment sur la construction et le fonctionnement des fours.

FONDERIE. — Le bâtiment abritant l'installation du mélangeur et des fours électriques se prolonge par un vaste hall de 50 m de longueur et 25 m de large où l'acier est coulé en moules pour la fabrication des pièces de fonderies. Ce bâtiment est constitué par une ossature métallique avec garnissage en maçonnerie d'une demi-brique d'épaisseur (*fig.* 26).

Nous signalerons, comme annexe de la fonderie, une installation entièrement automatique pour la préparation du sable de fonderie, avec four à sécher rotatif; notons aussi l'emploi de machines à mouler hydrauliques, système Bonvillain et Ronceray, de Paris.

Des dispositifs nombreux permettent une manutention rapide des poches d'acier liquide et des pièces ou lingots. Ces dispositifs comprennent essentiellement : deux ponts-roulants électriques, dont 1 de 15 tonnes et un de 10 tonnes, et trois grues électriques à potence de 3 tonnes.

Le chiffre moyen de production mensuelle est de 200 tonnes de pièces en acier coulé vendable. Une liste, qui nous a été obligeamment communiquée, nous indique que les pièces fabriquées appartiennent aux industries les plus diverses, ce qui laisse entendre que tous les industriels sont conduits aujourd'hui à utiliser les précieuses qualités des aciers électriques : le matériel d'usines métallurgiques, sièges de valves à gaz, tuyères, anneaux pour gueulards, cloches de fermeture et balanciers de hauts-fourneaux, etc., y tient évidemment une place assez grande à côté des pièces pour automobiles ou du matériel des Compagnies de chemins de fer. Notons au nombre des grosses pièces fondues et usinées : de grandes poulies-volant pour laminoirs de 4500 kg ; des pistons pour moteurs à gaz de 900 kg, 1500 kg et 2500 kg; valve à vent chaud de 7000 kg; pignons à chevrons et rouleaux simples jusqu'à 8000 kg, etc.

Le hall de moulage est séparé du vaste atelier d'ajustage par un bâtiment de plus faibles dimensions où s'opère le nettoyage des pièces moulées avec jet de sable et outillage pneumatique.

ATELIER. — L'usinage des pièces moulées et des pièces de forge s'opère dans un vaste bâtiment de 70 m de longueur et 28 m de largeur construit comme le précédent et recouvert d'une toiture en béton armé de 6 cm d'épaisseur (*fig.* 27).

Presque toutes les machines-outils sont actionnées individuellement par des moteurs à courant continu sous la tension de 500 volts. Au nombre de ces machines nous noterons :

Un tour à pointes, avec hauteur de pointes de 800 mm et longueur entre pointes de 7 m, actionné par un moteur de 32 chevaux;

Un tour en l'air avec diamètre à tourner de 3 m, actionné par un moteur de 13 chevaux;

Une shaping américaine avec longueur à raboter de 2,50 m et moteur de 7 chevaux;

Une raboteuse, avec course de 6 m, largeur de 2 m, actionnée directement par un moteur réversible de 32 chevaux;

Une machine à forer et à aléser horizontale, avec moteur de 8 chevaux;

Une foreuse radiale, avec moteur de 9 chevaux; citons aussi un tour spécial, pour couper les fausses volées des

pièces coulées; une série de tours parallèles avec vis mère, un tour révolver pour aléser les roues, des mortaiseuses, machines à fileter, etc.

L'atelier comprend un outillage des plus modernes où sont exécutés, par un personnel spécial, tous les outils des diverses machines que nous venons d'énumérer : à noter en passant l'installation d'une intéressante petite machine à vérifier les limes.

Nous ne pouvons manquer de signaler, en terminant cette rapide description des ateliers, l'ordre et la propreté vraiment rares constatés au cours de notre visite : toutes les pièces sont rangées soigneusement par catégories, et, malgré leur nombre pourtant élevé, on ne constate nulle part trace d'encombrement. La manutention s'exécute avec une rapidité et une facilité surprenantes.

Il serait téméraire de vouloir juger un métal d'après sa simple apparence; cependant certains caractères extérieurs permettent de formuler une appréciation générale. Nous pouvons dire sous ce rapport que toutes les pièces usinées ou en cours d'usinage qui ont passé sous nos yeux, dont quelques-unes étaient de dimensions énormes et de formes compliquées, présentaient les caractères d'une homogénéité remarquable et d'une absence complète de soufflures.

Fig. 26. — Fonderie ou hall de moulage.

Halle de forge. — Dans le prolongement de l'atelier d'usinage se trouve la halle de forge avec installation spéciale pour le forgeage des gros lingots, l'étirage en barres des aciers spéciaux, la fabrication de pièces de forge jusqu'à 2500 kg, telles que rouleaux de laminoirs, engrenages à chevrons, axes de machines en acier ordinaire ou en acier au nickel, etc., et enfin l'estampage de petites pièces de série et de pièces d'automobiles.

Au nombre des machines nous citerons : une presse hydraulique et à vapeur de 500 tonnes de la maison Brener Schumacher de Cologne; quatre marteaux-pilons de 150 kg à 500 kg et un de 2000 kg; deux marteaux à ressort; une scie à froid et plusieurs machines à refouler jusqu'à 75 mm.

Installations auxiliaires. — L'usine comprend, en plus des installations principales que nous venons de décrire, un vaste atelier de modelage avec magasin à modèles, un hall de parachèvement et magasins pour

aciers spéciaux, des silos à chaux, etc. Le revêtement dolomitique des fours est préparé dans une installation de dolomie automatique provenant de la maison Ed. Lacis et Cie de Trèves.

A noter aussi un grand four à recuire, à chauffage direct et au gaz combiné, et un grand four à chauffer les lingots à chauffage direct et soufflage par ventilateur.

Enfin, l'usine possède une salle d'essai comprenant toutes les machines à essayer, un grand laboratoire chimique, un petit laboratoire, et un laboratoire métallo- et micrographique.

Éclairage et chauffage. — L'éclairage des usines est assuré par le groupe transformateur rotatif de la sous-station. Il y a environ 950 lampes à incandescence et 100 lampes à arc réparties dans les différents services.

Le chauffage des principaux bâtiments est à la vapeur.

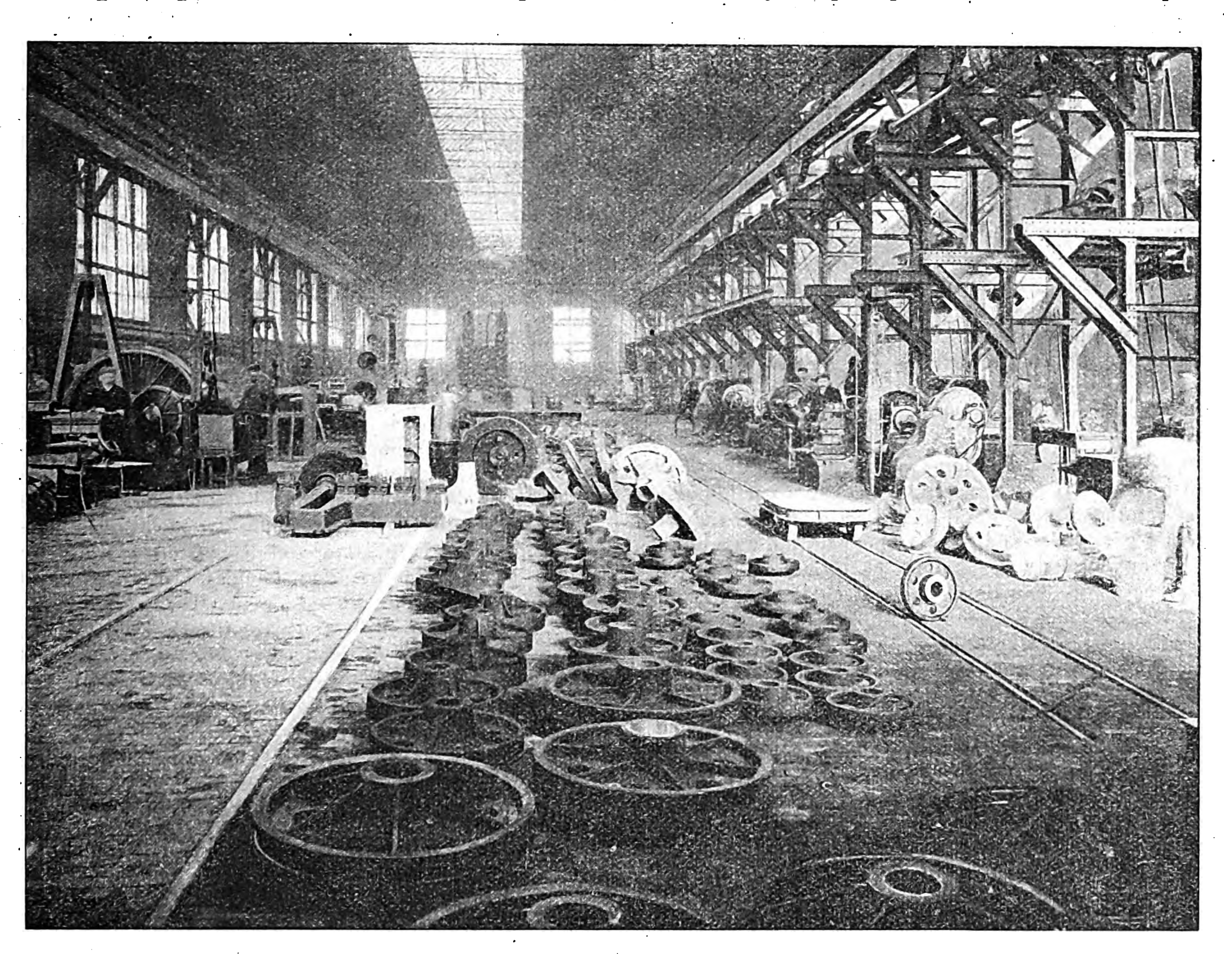


Fig. 27 — Atelier d'usinage.

En terminant, nous tenons à remercier M. Bian, l'éminent Directeur, grâce auquel nous avons pu visiter ces remarquables établissements et qui a bien voulu nous autoriser à en publier la présente description; nous remercions également M. Brasseur, ingénieur en chef des Usines, à qui nous devons la plupart des renseignements utilisés dans cet article.

G. Sauveau.

ÉCLAIRAGE.

LUMINESCENCE.

Sur les tubes luminescents au néon (1).

Dans cette Communication, l'auteur indique comment il est parvenu à utiliser pratiquement ces tubes.

Une circonstance, dit-il, qui a beaucoup augmenté les difficultés de ma tâche est la facilité extrême avec laquelle le néon se laisse masquer dans les tubes luminescents par de très petites quantités de certains autres gaz : c'est ainsi que quelques centièmes d'azote suffisent à réduire dans une mesure très grande la puissance lumineuse. Il est donc tout à fait insuffisant d'introduire dans un tube à électrodes, sous la pression convenable, du néon même très pur pour obtenir un tube luminescent utilisable, car les gaz dégagés par les électrodes et par les parois au passage du courant font tomber presque complètement le pouvoir lumineux.

Pour surmonter cette grave difficulté, le procédé qui m'a donné les meilleures résultats a consisté à utiliser d'une manière assez spéciale la découverte de Dewar relative aux propriétés absorbantes du charbon aux basses températures.

En effet le néon est moins aisément liquéfiable que les autres gaz introduits avec lui ou dégagés par le passage du courant et, en conséquence, il est bien moins absorbé qu'eux par le charbon à la température de l'air liquide.

Un ou plusieurs récipients à charbon soudés au tube et plongés dans l'air liquide permettent dès lors une purification sur place du néon qui subsiste seul, ou avec un peu d'hydrogène, à l'état gazeux, tandis que les autres gaz dégagés par le passage du courant se condensent dans le charbon : on réalise ainsi une véritable formation du tube, et ce n'est qu'après un traitement souvent très prolongé que la belle luminescence orangée du néon apparaît et persiste dans tout son éclat et que les récipients à charbon peuvent être séparés.

La lumière très vive des tubes ainsi formés est naturellement fort riche en rayons rouges et forme le contre-pied indiqué de la lumière des tubes à vapeur de mercure.

Néanmoins quand l'œil est dépourvu des termes de comparaison fournis par d'autres sources, il s'accoutume avec une curieuse facilité à cette lumière et n'en conserve qu'une impression très chaude de jaune doré. Il ne semble donc pas douteux que cette lumière, en dehors des effets décoratifs, pourra être utilisée seule dans des cas très nombreux, éclairages d'ateliers, de halls, etc., d'autant plus que le rendement lumineux est excellent, comme on en pourra juger ci-après.

A défaut de mesures complètes non encore effectuées sur cette installation, j'indiquerai les conditions de fonctionnement d'un tube que j'ai pu étudier assez longuement, dont la longueur entre électrodes est de 6 m et le diamètre de 45 mm.

(1) Georges CLAUDE, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 151, 12 décembre 1910, p. 1122-1124.

Grâce à la faible cohésion du néon, la différence de potentiel aux bornes du tube est de 1000 volts seulement (elle serait avec de l'azote, aux environs de 3000 volts); on peut donc avec les tubes à néon, réduire beaucoup les différences de potentiel qui sont nécessaires avec les autres gaz. Cette différence de potentiel aux bornes est presque indépendante de l'intensité de courant, elle diminue d'ailleurs quand l'intensité augmente, passant de 1100 volts à 980 lorsque l'intensité passe de 0,1 à 1 ampère; c'est là, on le sait, un caractère commun à toutes les décharges de la nature de l'arc.

Sous la différence de potentiel ci-dessus, soit 1000 volts, et l'intensité du courant étant de 0,94 ampère, la puissance effectivement consommée dans le tube est de 850 watts.

Ceci correspond à un facteur de puissance de 0,9, analogue à celui que Wedding a trouvé pour les tubes Moore à azote. Il est vraisemblable que dans l'un comme l'autre cas ce facteur de puissance ne traduit pas un décalage de I sur *e*, mais une forme spéciale des courbes correspondantes.

La lumière fournie a été photométrée par le procédé indiqué et justifié par Wedding (1), qui consiste à considérer seulement une tranche de quelques centimètres de la longueur du tube. L'étalon photométrique était une lampe Carcel dont la lumière rougeâtre facilitait la comparaison. Pour la puissance ci-dessus, on a trouvé le chiffre considérable de 220 bougies par mètre, soit 1320 bougies en tout, ou 0,64 w : b. Il s'agit ici seulement de la puissance effectivement absorbée par le tube. Si l'on tient compte du rendement du transformateur et de la perte dans la bobine de self-induction régulatrice intercalée dans le circuit primaire, on arrive à 0,80 w : b pour le rendement global du tube ci-dessus.

Ce résultat déjà très bon est néanmoins au-dessous des résultats que fournissent des tubes beaucoup plus longs comme le sont les tubes Moore actuellement employés. En effet, une grande partie de la puissance est dépensée en pure perte aux électrodes; dans le tube dont je parle, des électrodes auxiliaires placées au voisinage des électrodes principales permettent de mesurer la chute de potentiel à chacune : celle-ci n'est pas moindre de 175 volts par électrode, de sorte que sur 1000 volts, 350 sont perdus pour l'effet lumineux. A supposer que le facteur de puissance soit le même pour cette partie du circuit, la puissance perdue est

$$350 \text{ volts} \times 0{,}9 \text{ ampère} \times 0{,}9 = 285 \text{ watts}.$$

La puissance utile n'est donc que de 600 watts environ, correspondant à un rendement limite de 0,45 w : b pour des tubes très longs, soit 0,6 w : b en tenant compte du circuit primaire. On peut d'ailleurs espérer voir le record des tubes à gaz raréfiés, grâce au néon, tomber aux environs de 0,5 watt.

(1) Voir *La Revue électrique* du 15 juin 1910, p. 421.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique (¹),

Par MM. Fernand Payen et Paul Weiss.

CHAPITRE I.

DÉFINITION DES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE.

Le développement prodigieux de l'industrie électrique dans ces dernières années a fait naître de tous côtés des entreprises de distributions d'énergie. La création de ces entreprises, se superposant souvent les unes aux autres, faisant presque toujours concurrence à des entreprises gazières plus anciennes, a donné lieu à des contestations nombreuses auxquelles la jurisprudence n'a pas toujours, dans le passé, donné des solutions concordantes. La loi du 15 juin 1906 en créant le *statut* des entreprises de distributions d'énergie électrique, a modifié profondément le régime antérieurement en vigueur; il nous a paru intéressant en conséquence d'étudier les conditions de la concurrence en matière de distribution d'énergie électrique, telles qu'elles résultent de l'application de la nouvelle loi.

Mais avant d'examiner dans quels cas plusieurs distributions d'énergie peuvent se trouver en concurrence l'une avec l'autre, quelles difficultés peut faire naître cette concurrence, et d'après quels principes ces difficultés doivent être résolues, il est indispensable de définir avec précision ce qu'est une *distribution* d'énergie électrique.

Ce n'est pas chose facile.

Avant la loi de 1906 la *distribution d'énergie électrique* ne correspondait à aucune réalité juridique. Le législateur se préoccupait des conditions dans lesquelles les fils électriques pouvaient être admis à emprunter le domaine public; il réglementait aussi le passage de ces fils dans le voisinage des lignes téléphoniques et télégraphiques, mais nul texte n'envisageait tel ou tel ensemble de fils et d'installations électriques comme constituant une *distribution d'énergie*, et comme possédant à ce titre une individualité propre.

La législateur de 1906 a voulu, au contraire, individualiser la *distribution d'énergie*, et le Ministre des Travaux publics, s'inspirant de son esprit, a prescrit dans sa circulaire du 3 août 1908 de n'examiner en aucun cas une section de ligne « sans étudier en même temps l'*ensemble* dont elle fait partie ».

Mais ce n'est pas là une définition et l'*ensemble* n'est pas plus précis que la *distribution*.

Une autre circulaire, celle du 15 septembre 1908, donne des indications plus nettes :

« Tout ensemble de canalisations et d'ouvrages, reliés entre eux et parcourus par un même courant électrique, doit être considéré comme constituant une seule et même distribution, à la condition que ces canalisations et ouvrages soient autorisés par une décision unique de l'autorité compétente ou par des décisions connexes. Si, au contraire, l'occupation du domaine public est autorisée par des actes distincts, sans connexité entre eux, les canalisations et ouvrages doivent être considérés comme formant des distributions séparées, la nature de chaque distribution étant déterminée par la nature de l'acte qui l'autorise.

» C'est ainsi qu'une ligne de transport à haute tension et toutes les lignes secondaires qu'elle alimente forment une seule distribution, à condition que ces lignes ne soient établies que par permission de voirie. Si, au contraire, les lignes secondaires sont établies en vertu de concessions mnicipales ou d'État, l'ensemble des canalisations et ouvrages forme des distributions distinctes, à savoir la ligne de transport et ses annexes et les distributions concédées.

» De même, si plusieurs communes sont desservies par une seule usine, les canalisations qui les sillonnent forment une seule distribution, si elles sont établies en vertu de permissions de voirie ou en vertu d'une concession unique de l'État; elles forment au contraire autant de distributions distinctes qu'il y a de concessions, si elles sont établies en vertu de concessions communales distinctes. »

L'individualité des distributions est ainsi bien définie; chaque distribution constitue un organisme particulier susceptible, comme chaque arbre d'une forêt, d'un développement progressif. Lorsque, au cours de leur croissance, deux arbres viennent à se toucher, il y a concurrence et ce sont les lois de cette concurrence que nous allons examiner dans tous leurs détails.

CHAPITRE II.

CONCURRENCE ENTRE ENTREPRISES ÉTABLIES SOUS LE RÉGIME DE LA LOI DE 1906.

La loi de 1906 distingue trois sortes de distributions d'énergie électrique :

1° Celles qui sont établies sur des terrains privés et n'empruntent les voies publiques sur aucun point de leur parcours;

2° Celles qui empruntent le domaine public en un point quelconque de leur parcours et sont établies par permissions de voirie;

3° Celles qui sont établies par voie de concession.

Il ne peut, en fait, être question de concurrence entre deux propriétaires qui installent, chacun sur son terrain, une distribution d'énergie, sans emprunter le domaine public.

(¹) L'étude de MM. Fernand Payen, Avocat à la Cour d'Appel de Paris, et Paul Weiss, Ingénieur en chef des Mines, que nous publions ci-après, présente pour les industries électriques un intérêt particulier en raison de la documentation administrative dont elle est inspirée, et des renseignements pratiques qu'elle contient au sujet des conditions de la concurrence entre les entreprises de distribution d'énergie électrique.

La loi de 1906 et les règlements d'administration publique pris pour son exécution n'ayant pas régi directement les conditions de cette concurrence, les commentaires de la législation nouvelle que M. Charles Sirey a publiés sous les auspices du Syndicat des usines d'électricité n'avaient pas eu à s'expliquer spécialement à ce sujet.

On trouvera d'autre part dans cette étude l'indication générale de la jurisprudence qui est relative à la concurrence en matière d'éclairage entre le gaz et l'électricité, et dont les principales décisions ont été analysées par M. Sirey dans les circulaires du Syndicat, ainsi que l'énoncé de plusieurs des difficultés nées de l'application de la loi de 1906 qui ont été examinées par notre Syndicat ou son Comité consultatif.

Tout en réservant comme il est d'usage et en tant que de besoin les opinions émises par le Comité consultatif sur la partie juridique de ces questions, nous considérons qu'il y a utilité à faire connaître à nos adhérents l'opinion autorisée des deux auteurs de ce travail, ainsi que les décisions de l'Administration déjà intervenues sur ces difficultés, et dont beaucoup sont encore inédites.



Entre deux *permissionnaires*, au contraire, on imagine fort bien qu'une concurrence s'établisse en fait, mais cette concurrence ne saurait, semble-t-il, donner lieu en droit à de bien grandes difficultés : aucun des deux permissionnaires ne peut se plaindre des installations de son concurrent puisqu'aux termes formels de la loi l'État ou les communes peuvent accorder toutes permissions de voirie ou même toutes concessions, sans se préoccuper des permissions qui auraient déjà été antérieurement accordées sur les mêmes voies (Loi de 1906, art. 5, § 4).

Reste donc seulement la concurrence en cas de concessions. Les concessionnaires sont, comme les permissionnaires, exposés en principe à ce que d'autres concessions ou permissions concurrentes soient accordées à leur détriment. La loi de 1906 a proclamé en effet en principe la liberté de la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique. « Aucune concession, dit la loi (en son article 8), ne peut faire obstacle à ce qu'il soit accordé des permissions de voirie ou une concession à une entreprise concurrente »; mais cette possibilité de concurrence n'est pas illimitée; elle est soumise à deux restrictions.

D'une part, les communes peuvent accorder à leurs concessionnaires un privilège d'éclairage (art. 8, § 2) et les affranchir ainsi de la concurrence pour l'éclairage pendant une durée limitée.

D'autre part, la concession ou la permission de voirie concurrente ne doit pas bénéficier de conditions plus avantageuses que la concession primitive (art. 8, § 1er).

De cette double restriction peuvent découler des conflits, *soit* entre deux concessionnaires, *soit* entre un concessionnaire et un permissionnaire, *soit* entre un concessionnaire et l'entrepreneur qui établit une distribution d'énergie sur un terrain privé.

Notons d'ailleurs que, pour diminuer dans la mesure du possible le nombre de ces conflits, le décret du 3 avril 1908 (art. 5 et 22) fait à l'Administration un devoir, lorsqu'il existe dans une commune un concessionnaire, d'entendre ses observations toutes les fois qu'il s'agit d'établir dans la commune des canalisations nouvelles, soit par permission de voirie, soit par concession.

Le concessionnaire primitif peut donc faire valoir ses droits en temps utile.

SECTION I.

CONCURRENCE ENTRE DEUX CONCESSIONNAIRES.

A. *Privilège d'éclairage.* — La loi de 1906 a prohibé d'une manière absolue la constitution d'un monopole pour la force motrice, l'électrochimie, l'électrométallurgie, etc. Mais dans le but de faciliter l'éclairage des communes, elle les a autorisées à constituer un monopole d'éclairage en faveur de leurs concessionnaires, dans des conditions strictement définies par l'article 8, paragraphe 2, ainsi conçu :

« L'acte par lequel une commune ou un syndicat de communes donne la concession de l'éclairage public et privé sur tout ou partie de son territoire, peut stipuler que le concessionnaire aura seul le droit d'utiliser les voies publiques dépendant de la commune ou des communes syndiquées dans les limites de sa concession en vue de pourvoir à l'éclairage privé par une distribution publique d'énergie, sans que cependant ce privilège puisse s'étendre à l'emploi de l'énergie à tous usages autres que l'éclairage, ni à son emploi accessoire pour l'éclairage des locaux dans lesquels l'énergie est ainsi utilisée. »

Il résulte de ce texte que les communes seules (ou les syndicats de communes) ont le droit de constituer un privilège d'éclairage en faveur de leurs concessionnaires. L'État qui a, comme les communes, le droit d'instituer des concessions, ne peut au contraire accorder un pareil privilège; il doit, lorsqu'une concession antérieure communale a été accordée, tenir compte de ce privilège dans les obligations qu'il impose par la suite à d'autres concessionnaires.

Mais, si, au moment où l'État institue une concession, il n'existe pas de concession communale à privilège antérieure, le concessionnaire de l'État peut être autorisé à distribuer la lumière et aucune concession communale postérieure ne peut, en créant un privilège, lui enlever le droit de distribuer la lumière dans les limites de sa concession. L'État, en faisant usage de son pouvoir concédant, prive ainsi la commune du bénéfice qu'elle pourrait retirer de l'octroi d'un privilège, et peut créer un conflit entre les intérêts de la commune et ses propres intérêts : aussi le décret du 3 avril 1908 a-t-il entouré l'institution des concessions d'État de garanties suffisantes pour sauvegarder les droits des communes. Indépendamment de l'enquête prévue par la loi, tout projet de concession par l'État doit faire l'objet d'une délibération des conseils municipaux des communes intéressées qui ont à se prononcer sur l'utilité et la convenance de l'entreprise projetée. S'il y a désaccord entre les services et les communes intéressées, le Préfet transmet le dossier au Ministre des Travaux publics qui ne statue qu'après avoir consulté le Comité d'électricité (Décret 3 avril 1908, art. 21 et 23).

Le privilège d'éclairage accordé par une commune à son concessionnaire n'est d'ailleurs pas illimité; il ne peut porter que sur l'éclairage privé et ne s'étend pas à l'éclairage public. Mais que faut-il entendre par « éclairage public »? Le texte de la loi manque quelque peu de clarté. L'éclairage public ne saurait comporter, au sens strict du mot, l'éclairage du domaine privé de l'État ou celui des services publics industriels gérés ou concédés par l'État, tels que arsenaux, imprimerie nationale, manufacture d'allumettes, chemins de fer, tramways, etc.; l'État et ses concessionnaires sont, comme les particuliers, tenus de respecter les privilèges municipaux conférés par la loi du 15 juin 1906 [1].

L'éclairage public doit être considéré comme limité à l'éclairage du domaine public ouvert à la circulation publique; mais comme l'organisation de cet éclairage est de la compétence des maires en raison des dispositions de la loi municipale de 1884 et que l'article 8 de la loi du 15 juin 1906 stipule que l'acte instituant le privilège doit comporter la concession de l'éclairage public et privé, la restriction de l'article 8 en ce qui concerne l'éclairage public n'a qu'une importance minime; le maire étant lié vis-à-vis du concessionnaire pour l'éclairage public de sa commune, elle ne pourrait s'appliquer qu'au cas exceptionnel où l'État ou le Département entendrait éclairer à ses frais certaines parties de son domaine public ouvert à la circulation.

Tout autre est au contraire la portée de la disposition finale de l'article 8 excluant du privilège l'éclairage accessoire des locaux où l'électricité est déjà employée pour des usages autres que l'éclairage; elle répond à une nécessité pratique courante. Il est légitime que l'usinier, par exemple, qui emploie l'électricité à faire tourner les machines de son atelier, puisse, par une simple dérivation, employer le courant à éclairer ce même atelier; mais il importe également d'éviter les abus. L'usinier qui se sert de l'électricité pour ses besoins industriels ne doit pas être placé, pour l'éclairage de son habitation ou de ses bureaux, dans des conditions plus favorables que tout autre particulier qui n'a point de services industriels électriques. L'exception prévue par la loi est donc strictement limitée aux locaux mêmes où il est fait emploi de l'électricité pour des usages tels que la force motrice, l'électrochimie, la métallurgie, etc.

Peu importe d'ailleurs que le courant venant du dehors soit employé directement pour l'éclairage ou qu'il soit transformé par des machines tournantes, la règle est la même.

Le courant peut actionner toutes sortes de moteurs, même des moteurs générateurs d'électricité, mais l'électricité produite par ces moteurs ne peut être employée à l'éclairage si ce n'est pour

---

(1) *Voir* ci-après l'avis de la commission chargée de préparer les règlements d'administration publique prévus par la loi de 1906, relatif à l'Imprimerie nationale.



l'usage accessoire défini plus haut. C'est ainsi, par exemple, que le courant alternatif fourni par les usines de la banlieue de Paris peut être transformé dans un atelier privé en courant continu, mais ce courant continu ne peut être utilisé pour l'éclairage d'autres locaux.

Notons que l'usinier aurait le droit de produire lui-même à la vapeur ou avec des moteurs à explosion le courant électrique et de s'en servir pour l'éclairage sans restriction; mais du moment où l'électricité vient du dehors, par des canalisations empruntant le domaine public, le privilège du concessionnaire primitif doit être respecté.

B. *Égalité des conditions.* — La loi de 1906, en posant le principe qu'aucune concession ne peut faire obstacle à ce qu'il soit accordé des concessions concurrentes, a cependant donné aux entrepreneurs de distributions certaines garanties contre la concurrence abusive qui pourrait leur être faite par des concessionnaires ou permissionnaires ultérieurs. L'article 8, paragraphe 1, porte, en effet, qu'une entreprise nouvelle ne peut avoir des conditions plus avantageuses que la concession primitive. L'État ou la commune, après avoir choisi un concessionnaire et lui avoir imposé certaines obligations en rapport avec les bénéfices probables de l'exploitation, ne peuvent donc diminuer ces chances de bénéfices en accordant à des entrepreneurs plus favorisés le droit de distribuer l'électricité sans se soumettre aux mêmes charges que le premier concessionnaire, qui se trouverait sans cette clause dans un état d'infériorité au point de vue de la concurrence.

Toutefois l'égalité des conditions doit s'entendre de l'équivalence et non de l'identité des conditions.

Exiger l'identité serait en effet le plus souvent rendre impossible en fait toute concession nouvelle.

Voici par exemple un concessionnaire qui a un privilège d'éclairage. Certaines conditions lui sont imposées par son cahier des charges (pose d'une longueur déterminée de canalisations, fourniture d'énergie à prix réduits à certains services publics, etc.). Les mêmes conditions ne peuvent évidemment être imposées à un second concessionnaire puisqu'il lui est interdit, aux termes du privilège accordé au premier, de fournir de la lumière. Il convient, en ce cas, de rechercher dans quelles mesures les charges qui ont été imposées au concessionnaire primitif ont pour contrepartie le droit exclusif qu'il a de fournir de l'éclairage, dans quelle mesure au contraire elles ont pour contre-partie le droit non exclusif qu'il a de fournir la force motrice.

S'il est reconnu que ces charges sont entièrement compensées par le bénéfice qu'il retire du privilège de l'éclairage, le nouveau concessionnaire peut obtenir, sans aucune charge, le droit de vendre la force motrice. Sinon, une appréciation équitable des charges et avantages des deux concessions doit être faite par l'autorité concédante.

Cette recherche de l'équivalence des conditions est souvent très difficile parce que les conditions imposées au concessionnaire primitif sont généralement très complexes : outre l'obligation de canaliser et d'alimenter à prix réduits les services publics, on rencontre dans certains cahiers des charges l'obligation de construire des usines, celle d'abandonner gratuitement tout l'actif à la ville en fin de concession, celle de payer aux ouvriers un minimum de salaire, de ne pas exiger d'eux plus d'un certain nombre d'heures de travail, etc. L'examen de l'équivalence doit, à propos de chaque question d'espèce, faire l'objet d'une étude approfondie.

Dans tous les cas, les redevances pour l'occupation du domaine public par les divers concessionnaires doivent être les mêmes; elles ont été fixées uniformément par le décret du 17 octobre 1907.

Il faut d'ailleurs se garder de confondre les *redevances* avec les *loyers* que la commune (ou l'État) peut stipuler du concessionnaire lorsqu'elle lui donne en location des ouvrages antérieurement existants.

Ce loyer peut être soit d'une somme fixe, soit proportionnel aux recettes brutes ou aux bénéfices.

Ni dans l'un ni dans l'autre cas d'ailleurs, on ne doit perdre de vue que le loyer n'est pas une redevance, mais une charge de la concession, compensée partiellement ou totalement par la jouissance d'installations déjà existantes. Dans l'appréciation de l'équivalence des charges il conviendra donc d'examiner dans quelle mesure ce loyer aggrave les autres charges.

C'est ainsi qu'à Paris, en vertu de la concession instituée récemment, le concessionnaire paye une redevance kilométrique insignifiante, 20 fr par kilomètre de canalisation et un loyer très lourd proportionnel aux recettes et aux bénéfices nets (redevance progressive sur la recette brute de 10 à 25 pour 100, plus partage des bénéfices lorsque les bénéfices dépassent 6 pour 100, du capital); mais ce loyer très lourd est en partie composé par le privilège de l'éclairage et la jouissance des canalisations établies par les anciens secteurs. Si une concession ultérieure pour la distribution de la force motrice venait à être accordée, une ventilation devrait être faite par la ville entre les charges et les avantages accordés au concessionnaire actuel, et c'est en se basant sur cette ventilation que devraient être établies les charges imposées au nouveau concessionnaire. L'appréciation serait d'ailleurs loin d'en être facile et donnerait, sans doute, lieu à d'interminables contestations.

L'égalité des charges et redevances ne peut être imposée aux divers concessionnaires que s'il y a concurrence entre eux. S'il n'y a pas concurrence, le pouvoir concédant est libre d'apprécier, comme il l'entend, les obligations auxquelles sont soumis les entrepreneurs de distribution. Supposons, par exemple, que dans une commune existe une concession de distribution d'électricité au public pour tous usages avec privilège d'éclairage. Un entrepreneur de distribution peut demander à poser des canalisations sur le territoire de cette commune en vue de transporter l'électricité à travers cette commune d'une usine génératrice à divers services publics (cahier des charges type du 30 novembre 1909); il n'y a pas concurrence en ce cas et le premier concessionnaire ne peut se plaindre si l'État autorise le passage du second sans charges; il en serait de même si le deuxième concessionnaire alimentait sur le territoire de la commune des services publics non compris dans la concession du premier; il n'y aurait concurrence et par conséquent obligation d'égaliser les charges que si le concessionnaire du transport demandait à alimenter sur le territoire de la commune des services publics ou des particuliers compris dans les limites de la première concession.

Règles particulières aux entreprises de transport en commun. — Les services publics industriels de l'État étant comme les particuliers soumis à la loi, l'Administration s'est préoccupée des inconvénients que pourrait présenter l'obligation de l'égalité des charges prévue par la loi, en ce qui concerne l'alimentation en électricité des transports en commun. Le cahier des charges type pour la concession des distributions d'électricité par les communes ou par l'État a en conséquence exclu explicitement des concessions la fourniture d'électricité pour force motrice aux entreprises de transport en commun (chemins de fer, tramways, etc.); pareille exception peut être faite pour certains établissements publics spécialement désignés par chaque cahier des charges.

« La concession ne comprend pas la fourniture de l'énergie électrique pour force motrice aux entreprises de transport en commun et aux établissements ou services ci-après énumérés. »

(Art. 1, cahier des charges type du 17 mai 1908 et du 20 août 1908.)

Par application de cette disposition, on doit considérer comme en dehors des limites de la concession toutes les entreprises de transport en commun, ainsi que les établissements spécialement désignés par le cahier des charges. Le concessionnaire n'a le droit

de les desservir qu'à titre accessoire, comme d'ailleurs toutes autres entreprises situées hors la commune, à la condition expresse qu'il n'en résulte aucune entrave au bon fonctionnement de la distribution et si toutes les obligations du cahier des charges sont remplies (Art. 3 du cahier des charges type). Dans le cas où des canalisations nouvelles deviennent nécessaires pour ce service, elles ne peuvent pas être établies en vertu de l'acte de concession, mais doivent faire l'objet de permissions nouvelles.

En aucun cas le concessionnaire d'une distribution publique d'énergie ne peut élever de réclamation si les entreprises de transport en commun demandent du courant à d'autres concessionnaires ou permissionnaires; il n'y a pas concurrence au sens de l'article 8 de la loi. Il ne pourrait y avoir concurrence que si deux entreprises, bénéficiant toutes deux d'une concession de distribution aux services publics accordée sous le régime du cahier des charges type du 30 novembre 1909, desservaient toutes deux la même commune ou encore si l'une d'elle faisait usage de la tolérance prévue par l'article 3 du cahier des charges type pour fournir de l'énergie à des particuliers, alors qu'il existerait dans la même commune une concession de distribution publique (cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908).

Mais si les entreprises de transport en commun ont ainsi la faculté de s'alimenter au courant électrique à usage de force motrice dans des conditions particulièrement privilégiées, il n'en est pas de même pour le courant employé pour l'éclairage. Ainsi que nous l'avons dit, les services industriels gérés ou concédés sont assimilés aux particuliers au point de vue du privilège d'éclairage que peuvent attribuer les communes à leur concessionnaire. Une entreprise de tramways ou de chemins de fer n'a donc pas le droit, au cas où il existe dans une commune un privilège d'éclairage, d'acheter du courant, pour éclairer ses installations dans cette commune, à un entrepreneur de distribution publique autre que le concessionnaire, si cet entreneur emprunte en quelque point le domaine public pour desservir par ses canalisations le tramway ou le chemin de fer.

A Paris, par exemple, les gares des chemins de fer d'intérêt général ne peuvent être éclairées par les grandes centrales de banlieue sans contrevenir au privilège de la Compagnie parisienne de distribution, à moins que le courant n'arrive de la centrale au chemin de fer sans emprunter de voies publiques ouvertes à la circulation. Les Compagnies de chemins de fer ont, il est vrai, comme tout particulier, le droit de produire elles-mêmes le courant qui leur est nécessaire, mais si elles l'achètent au dehors, elles sont tenues de s'adresser au concessionnaire de la ville.

On doit toutefois admettre que les chemins de fer ou tramways employant le courant électrique à la traction bénéficient de la clause relative à l'éclairage accessoire prévu par l'article 8 de la loi. Ces entreprises ont la faculté de faire usage du courant quelle que soit son origine, pour éclairer les voitures, les voies, leurs dépendances immédiates, telles que abris, stations, etc., mais cette tolérance ne s'étend pas aux bâtiments divers, notamment aux bureaux, que rien ne distingue, au point de vue de l'éclairage, des immeubles particuliers.

Règles spéciales à l'exploitation en régie par les communes. — Rien ne s'oppose, dans la législation actuelle, à ce que les municipalités exploitent des distributions énergie, mais il appartient au Gouvernement d'apprécier discrétionnairement s'il convient ou non de leur permettre de se livrer à une entreprise, telle qu'une distribution toujours aléatoire et qui pourrait compromettre leur situation financière. Il faut en effet que les communes exploitant en régie contractent des emprunts en vue de faire face aux dépenses toujours importantes qu'entraîne forcément l'établissement d'une distribution et par conséquent au moment de l'approbation de ces emprunts le Gouvernement peut apprécier si oui ou non il y a lieu de laisser créer une exploitation en régie.

C'est dans ce sens que s'est prononcée le 2 décembre 1907 la Commission chargée d'élaborer les règlements pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

Le droit pour les communes d'exploiter des distributions en régie ne peut donc être contesté, mais la forme sous laquelle ce droit doit être exercé peut donner lieu à controverse.

Si la commune se place sous le régime de la permission de voirie, elle n'a à demander aucune permission en ce qui concerne ses voies propres, mais elle doit solliciter les permissions de l'État pour les voies dont la gestion appartient à l'État, et dans ce cas, au point de vue de la concurrence, elle se trouve dans la même situation qu'un particulier quelconque.

Mais peut-elle se placer sous le régime de la concession? Nous répondons affirmativement.

La loi dit que la distribution peut avoir lieu en vertu d'une concession accordant à l'entrepreneur un privilège d'éclairage; en échange de ce privilège et de la concession, la loi a stipulé des garanties (enquête, tarif maximum, cahier des charges type, etc.); en prenant les textes à la lettre on pourrait en déduire que la commune peut bien accorder une concession à un entrepreneur, mais qu'elle ne peut pas s'attribuer les mêmes privilèges; mais cette interprétation littérale nous paraît contraire à l'esprit de la loi : nous ne saurions admettre en effet que la commune disposant du droit de créer un privilège d'éclairage ne puisse pas se l'attribuer à elle-même; mais par contre nous estimons que l'attribution du privilège à la commune elle-même doit être précédé nécessairement des mêmes formalités préalables que l'attribution à un concessionnaire. Il faut que l'entreprise projetée soit soumise à une enquête, que le tarif maximum et les conditions du cahier des charges type intéressant les consommateurs soient fixées par une délibération du Conseil municipal approuvée par le Préfet. Ces formalités remplies, la ville aura les mêmes droits qu'un concessionnaire et se trouvera dans la même situation au point de vue de la concurrence. C'est dans ce sens que s'est prononcée à plusieurs reprises la commission de distributions d'énergie électrique au Ministère des Travaux publics (Communes de Varilhes et Homécourt).

SECTION II.

CONCURRENCE ENTRE UN CONCESSIONNAIRE ET UN PERMISSIONNAIRE.

L'article 8 de la loi de 1906 qui réglemente la concurrence en matière de distribution d'énergie électrique s'applique aux permissionnaires comme aux concessionnaires.

Les permissionnaires sont donc soumis au principe de l'équivalence des charges; ils sont tenus de respecter les privilèges d'éclairage accordés par les communes et les règles que nous avons indiquées à l'occasion de la concurrence entre deux concessionnaires s'appliquent intégralement à la concurrence entre concessionnaires et permissionnaires. Il importe toutefois de remarquer qu'aux termes de la loi le privilège d'éclairage n'est applicable qu'aux « distributions publiques ».

Les permissions accordées en vue d'une distribution « publique » d'énergie sont donc les seules pour lesquelles la question de concurrence puisse se poser, les seules en d'autres termes qui soient soumises au principe de l'équivalence des charges et qui soient tenues de respecter le privilège d'éclairage accordé à un concessionnaire antérieur. Toutes autres permissions ne peuvent, aux termes de la loi, être considérées comme concurrentes d'une concession.

Que faut-il entendre par entreprises de « distributions publiques d'énergie »?

Ce sont les entreprises qui font le commerce de l'énergie et qui à ce titre sollicitent la clientèle. Il importe peu qu'elles fournissent de l'énergie pour tous les usages ou seulement pour un usage déterminé. Les entreprises qui se limitent à une fourniture et à une clientèle spéciales sont même souvent celles dont la concurrence est la plus préjudiciable au concessionnaire parce qu'elles choisissent leurs clients et n'acceptent que ceux dont le service est rémunérateur, tandis que le concessionnaire est obligé de desservir tout demandeur.

Il importe peu également que la permission de voirie soit de-

mandée par l'entrepreneur lui-même ou par son client : les conditions de concurrence restent les mêmes et par suite le concessionnaire primitif a les mêmes droits à la protection dans les deux cas. Il suffit donc, pour qu'il y ait « distribution publique », que l'énergie utilisée provienne d'un générateur servant à la vente au public, même si le câble transportant l'électricité appartient à un particulier et a pour unique objet le service de ce particulier.

Doivent être au contraire considérées comme distributions privées, les entreprises des permissionnaires qui demandent à installer une distribution pour leur usage exclusif, même s'ils empruntent des voies publiques. La circulaire du 13 août 1893 les définissait déjà en ces termes : « Lorsqu'un particulier demande à établir sur la voie publique, pour son propre usage, une canalisation électrique, rien ne s'oppose à ce que cette autorisation lui soit accordée à titre précaire et révocable, pourvu qu'il n'en résulte aucun inconvénient pour la circulation. »

La situation des distributions privées depuis la loi nouvelle est restée la même : elles ne peuvent pas être considérées comme faisant concurrence à un concessionnaire antérieur et il ne saurait être question par suite ni de leur imposer l'équivalence des charges ni de les obliger à respecter le privilège d'éclairage, à la condition expresse que le courant soit produit par les moyens propres du permissionnaire et ne provienne pas d'une source d'énergie ayant pour objet la vente au public.

Dans une affaire récente, la Commission de distribution d'énergie électrique a eu à se prononcer sur la question (19 mars 1908). Un industriel avait été autorisé par M. le Préfet de la Seine à relier ses usines génératrices d'électricité à ses nouveaux ateliers par une canalisation traversant la rue de l'Ourcq sous la réserve que l'électricité transportée par cette canalisation ne pourrait servir à l'éclairage. L'industriel demandait la suppression de cette clause restrictive. La Commission considérant qu'antérieurement à la loi de 1906 le Conseil d'État par une jurisprudence constante et notamment par ses arrêts du 25 mai 1900 (Gaz et Eaux contre ville de Lourdes) 6 juillet 1900 (Le sieur Metge contre ville de Nérac) et 20 novembre 1903 (Compagnie française d'éclairage au gaz contre ville de Bagnères-de-Bigorre) avait reconnu qu'une commune en autorisant un particulier, propriétaire ou locataire de deux immeubles séparés par une voie publique, à faire à travers cette voie une canalisation destinée au transport, d'un immeuble à l'autre, de l'énergie électrique produite par ses propres moyens, tant pour la force motrice que pour la lumière, sans auune vente ni cession à des tiers, ne porte aucune atteinte au privilège du concessionnaire de la distribution de l'énergie électrique dans la commune; considérant d'autre part que la loi du 15 juin 1906 a maintenu le même principe; que la distribution projetée par l'industriel en question ne présentait à aucun degré le caractère de distribution publique, a émis l'avis que les privilèges de la Compagnie parisienne de distribution ne font pas obstacle à ce qu'il soit donnée satisfaction à la demande de l'industriel sous la réserve expresse que l'énergie sera produite dans sa propre usine et consommée par lui, sans vente ni cession à des tiers.

Bien que les services administratifs de la Préfecture de la Seine n'aient pas encore donné suite à la décision de la Commission, la question doit être considérée comme définitivement tranchée.

Égalité de charges en cas d'une permission faisant concurrence à une concession. — Si l'appréciation de l'équivalence des charges entre deux concessionnaires est déjà fort délicate, elle l'est encore bien davantage entre un concessionnaire et un permissionnaire.

Peut-on imposer à un permissionnaire qui ne demande à occuper le domaine public qu'en vue de fournitures déterminées, des charges égales ou seulement analogues à celles qui frappent le concessionnaire? Cela paraît difficile en pratique. L'admettre d'une manière absolue serait donner aux communes un moyen indirect et facile de tourner la loi en créant, par d'habiles combinaisons de charges, un véritable monopole de fait pour tous les usages de l'énergie électrique non compris dans le monopole de l'éclairage.

Mais cependant, si l'on n'impose au permissionnaire que la redevance uniforme et les frais de contrôle prévus par la loi, ne sera-t-il pas dans une situation plus avantageuse que le concessionnaire? Ne sera-ce pas par suite une injustice et une violation du principe posé par l'article 8 de la loi dont le sens non douteux a été bien précisé dans le rapport de M. Janet à la Chambre. « Les entreprises, dit M. Janet, qui ne doivent pas obtenir de conditions plus avantageuses qu'un concessionnaire ou un permissionnaire antérieur sont celles qui voudraient faire commerce de l'énergie électrique et lui disputer la clientèle par des réductions de tarif. Des abaissements de prix ne doivent pas être facilités par une diminution de charges dont bénéficierait la nouvelle entreprise. » Il n'y a donc pas, semble-t-il, de distinction à faire : Tout permissionnaire qui fait commerce de l'énergie électrique doit être assimilé à un concessionnaire au point de vue de l'équivalence des charges, c'est-à-dire qu'il ne peut être admis à concurrencer un concessionnaire antérieur que s'il supporte cette équivalence de charges.

Mais l'article 8 de la loi de 1906 ne peut être considéré isolément, il faut le combiner avec l'article 5 aux termes duquel « les permissions de voirie ne peuvent prescrire aucune disposition relative aux conditions commerciales de l'exploitation; elles ne peuvent imposer au permissionnaire aucune charge pécuniaire autre que les redevances prévues à l'article 18 ». L'Administration a en conséquence adopté une solution qui tient un juste compte des prescriptions un peu contradictoires de la loi. Elle a décidé que l'égalité de traitement doit porter seulement sur les conditions *susceptibles d'être communes* à la permission de voirie sollicitée et à la concession. Ces conditions sont notamment les redevances perçues en vertu de la loi de 1906, les conditions d'implantation sur la voie publique, les diverses obligations de voirie, l'emploi de conducteurs aériens, etc.

Cette jurisprudence administrative s'est formée à propos d'une requête présentée par la Société Westinghouse. Celle-ci demandait à éclairer l'Imprimerie Nationale; la Compagnie parisienne des distributions s'y opposait. Dans un avis du 2 décembre 1907, au rapport de M. le Conseiller d'État Bruman, la Commission chargée de préparer les règlements d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 a répondu en ces termes au Ministre des Travaux publics qui l'avait saisie de l'affaire :

La Commission : considérant que l'État pour l'établissement et l'usage des distributions électriques nécessaires à l'exploitation de son domaine ou à la gestion de ses services est comme les particuliers soumis aux prescriptions de la loi du 15 juin 1906 et tenu de respecter les concessions municipales dûment approuvées, qu'il ne pourrait le cas échéant prendre de dispositions contraires aux clauses de ces concessions sans y être autorisé par une déclaration d'utilité publique spéciale et sans réparer le dommage causé;

Considérant qu'aux termes de l'article 8 n° 2 de la loi du 15 juin 1906, la concession du monopole de l'éclairage ne fait pas obstacle à l'emploi de l'énergie à tous usages autres que l'éclairage ni à son emploi accessoire pour l'éclairage des locaux dans lesquels l'énergie est ainsi utilisée;

Considérant que la Société Westinghouse sollicite une permission de voirie pour faire le commerce d'énergie électrique, qu'elle constitue par suite une entreprise concurrente au sens du n° 1 de l'article 6 de la loi du 15 juin 1906 à l'égard du concessionnaire de la distribution publique d'énergie et ne saurait bénéficier de conditions plus avantageuses, et que l'égalité de traitement doit porter sur les conditions susceptibles d'être communes à la permission de voirie sollicitée et à la concession municipale, notamment sur les redevances perçues en vertu de l'article 9 de la loi du 15 juin 1906;

Par ces motifs, est d'avis qu'il y a lieu d'accorder la permission de voirie demandée par la Société Westinghouse sous la réserve qu'il ne s'agira que de l'emploi de l'énergie à tous usages autres que l'éclairage ou de son emploi accessoire pour l'éclairage des locaux dans lesquels l'énergie est ainsi utilisée et que l'égalité de traitement doit porter sur les conditions susceptibles d'être

communes à la permission de voirie sollicitée et à la concession municipale, notamment sur les redevances perçues en vertu de la loi du 15 juin 1906.

Fernand Payen,
Avocat à la Cour d'Appel;
Paul Weiss,
Ingénieur en chef des Mines.

(*A suivre.*)

Arrêté concernant les dépôts et recouvrements de fonds prévus par l'accord administratif annexé à l'arrangement franco-britannique du 3 juillet 1909, relatif à la réparation des dommages résultant des accidents du travail.

Le Ministre des Affaires étrangères,

Vu l'article 5, alinéa *d*, de l'arrangement franco-britannique du 3 juillet 1909, relatif à la réparation des dommages résultant des accidents du travail;

Vu l'article 29 de la loi du 9 avril 1898, concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

Vu la première disposition générale (§ 2) du tarif des chancelleries diplomatiques et consulaires;

Vu les articles 175 et 178 du même tarif;

Vu la note annexée à son article 178,

Arrête :

Article unique. — Les dépôts et recouvrements de fonds prévus par l'accord administratif annexé à l'arrangement franco-britannique du 3 juillet 1909 seront exempts du droit de chancellerie de 2 pour 100.

Fait à Paris, le 19 novembre 1910.

S. Pichon.

(*Journal officiel* du 7 décembre 1910.)

Décret instituant une commission interministérielle chargée d'étudier les modifications à introduire dans la législation relative à l'expropriation pour cause d'utilité publique, et nommant les membres de cette commission.

Le Président de la République française,

Sur la proposition du Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes,

Décrète :

Article premier. — Il est institué une commission interministérielle chargée d'étudier les modifications à introduire dans la législation relative à l'expropriation pour cause d'utilité publique.

Art. 2. — Cette commission, qui siégera au Ministère de l'Intérieur, sera présidée par M. Hébrard de Villeneuve, conseiller d'État.

Elle comprendra, en outre, les membres suivants :

MM.

Charguéraud, conseiller d'État, directeur des routes et de la navigation au Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes.

Fontaneilles, directeur des chemins de fer au même ministère.

Maringer, conseiller d'État, directeur de l'administration départementale et communale au Ministère de l'Intérieur.

Mirman, directeur de l'assistance et de l'hygiène publiques au même ministère.

Taché, administrateur de l'enregistrement, des domaines et du timbre au Ministère des Finances.

Protard, lieutenant-colonel, attaché à la Section technique du Génie au Ministère de la Guerre.

Barbé, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, adjoint à l'Inspection générale des travaux maritimes au Ministère de la Marine.

Derouin, directeur de l'Inspection générale et du Contentieux à la Préfecture de la Seine.

Masse, juge au Tribunal civil de la Seine.

Bernier, avocat au Conseil d'État et à la Cour de cassation.

Porée, avocat à la Cour d'appel de Paris.

Art. 3. — Sont adjoints à la commission avec voix consultative :

MM.

De Toustain du Manoir, chef de bureau au Ministère de l'Intérieur.

Maumy, chef du service des expropriations au Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes.

Juillerat et Albert Petit, chefs de bureau à la préfecture de la Seine.

Art. 4. — Sont désignés comme secrétaires de la commission :

MM.

Lorton, ingénieur des Ponts et Chaussées.

Monsarrat, rédacteur principal au Ministère de l'Intérieur.

Cameau, rédacteur au même ministère, secrétaire adjoint de la direction de l'administration départementale et communale.

Art. 5. — Le Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes, est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 5 décembre 1910.

A. Fallières.

Par le Président de la République :

Le Président du Conseil,
Ministre de l'Intérieur et des Cultes,
Aristide Briand.

(*Journal officiel* du 6 décembre 1910.)

Arrêté préfectoral nommant des membres de la Commission supérieure de contrôle d'électricité.

Par arrêté préfectoral, en date du 10 décembre 1910 :

M. Félix Roussel, conseiller municipal, vice-président de la Commission supérieure de contrôle d'électricité, a été nommé président de cette Commission, en remplacement de M. Maurice Levy, décédé.

MM. Picou, ingénieur électricien, et Chassaigne Goyon, conseiller municipal, membres de la Commission supérieure de contrôle d'électricité, ont été nommés vice-présidents de cette Commission, en remplacement de MM. Félix Roussel, nommé président, et Sauton, décédé.

MM. Ribière, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, directeur du Service des Phares et balises, membre de la Commission des distributions d'énergie au Ministère des Travaux publics, et A. Millon, président du Comité de l'Alimentation parisienne, ont été nommés membres de la Commission supérieure de contrôle d'électricité, en remplacement de MM. Maurice Lévy et Marguery, décédés.

(*Bulletin municipal officiel* du 16 décembre 1910.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Extrait du procès-verbal du Comité consultatif du Syndicat professionnel des Usines d'électricité du 5 décembre 1910.

Présents : MM. Cochegrus, de Clarens, Duvaux, Hussenot, Philippart, Sirey; M. Fontaine, secrétaire général.

Absents excusés : MM. Frénoy, président; Doucerain.

En l'absence de M. Frénoy, la séance est présidée par M. Cochegrus.

Les espèces suivantes ont été communiquées au Comité :

Conseil d'État. — 6 août 1910, Compagnie du Gaz de Montpellier contre dames Délande — Indemnités accordées par le Conseil de Préfecture. — Accident provenant d'un défaut d'entretien de l'installation intérieure. — Incompétence du Conseil de Préfecture (circ. n° 54 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz).

11 novembre 1910, ville de Longwy. — Commune, éclairage, concession gaz, privilège exclusif, électricité, moyen inconnu à l'époque du contrat, absence de réserve (*Loi*, 21 novembre 1910).



18 novembre 1910, Commune de Signy l'Abbaye contre Chapuis. — I. Chose jugée, traité de concession, demande de résiliation, identité d'objet et de parties. — II. Commune, éclairage, entrepreneur, cahier des charges, inexécution, indemnité (*Loi*, 1er décembre 1910).

Conseil de Préfecture. — 25 février 1910, Tourand et Dreau contre ville d'Avranches. Concessionnaire de l'éclairage au gaz, installation par la ville de l'éclairage électrique dans un établissement municipal, demande d'enlèvement des appareils et dommages-intérêts, ville condamnée (circ. n° 52 du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz).

Cour d'Appel. — Bordeaux, 24 octobre 1910. Société d'éclairage électrique contre Das. Électricité, appareils d'éclairage, servitudes, entreprises non reconnues d'utilité publique (*Loi*, 25 novembre 1910).

Paris, 27 octobre 1910. — Leclanché et Cie contre Société des Nouvelles Galeries et de la Ménagère. Propriété industrielle, objets tombés dans le domaine public, mise en vente, emploi du nom du breveté, acte illicite, dommages-intérêts (*Loi*, 12 novembre 1910).

Chambéry, 9 mars 1910. — Société électrique d'Évian, Thonon Annemasse contre Vulliez. Référé, urgence, péril imminent (*Loi*, 3 novembre 1910).

Chambéry, 1er juin 1910. — Consorts du Noyer de Lescheraines contre Société des Forces motrices du Haut Grésivaudan, Compétence, juge de paix, dommages au sol, caractère immobilier, élagage d'arbres (*Loi*, 1er décembre 1910).

Tribunal civil. — Bruges, 8 juin 1910. — Ostyn contre commune de Sainte-Croix et ville de Bruges. Commune, troubles, rassemblements tumultueux, responsabilité, dégâts, loi de vendémiaire an IV, habitants, militaires casernés dans la ville (*Loi*, 4 novembre 1910).

Louage de services. — Cour de Cassation, 7 avril 1910. — Gaudin contre Régie générale des chemins de fer. I. Louage d'ouvrage, engagement, durée, expiration, conditions nouvelles, refus de renouveler, pas de dommages-intérêts. II. Compte, règlement, formes, erreurs matérielles, redressement (*Loi*, 20 octobre 1910). — 28 mai 1910, Lucas contre Ricoux. Louage d'ouvrage, règlement d'atelier, acceptation expresse ou tacite, suppression du délai de prévenance, validité (*Loi*, 13 octobre 1910). — 25 juillet 1910, Dubreuil et Cie contre Leval. Louage d'ouvrage, brusque renvoi, ouvrier, ivresse, indiscipline, appréciation des faits, conseils de prud'hommes (*Loi*, 5 novembre 1910). — 1er août 1910, Deux contre Gervais. Louage de services, durée indéterminée, cessation, volonté de l'une des parties, usages, continuation impossible, non lieu à indemnité (*Loi*, 21 novembre 1910).

Tribunal civil. — Toulouse, 4 novembre 1910. — Louage de services, brusque renvoi, refus de travail un dimanche, repos hebdomadaire, dérogation autorisée, indemnité refusée (*Loi*, 1er décembre 1910).

Sociétés. — Cour de Cassation. — 14 juin 1910, Héron contre Verdier ès qualités. I. Chose jugée, décision sur des fins de non-recevoir, défaut d'examen du fond. — 11. Sociétés, nullité, délais, liquidation, intérêt collectif, action sociale (*Loi*, 7 novembre 1910). — 15 novembre 1910, Saint-Légasse neveu et Cie contre J.-B. Goutière, syndic de la faillite Ch. Jolivet et Cie. Sociétés, dividendes fictifs, distribution, payement de l'indu, publicité, statuts, clause relative aux intérêts du fonds social (*Loi*, 24 novembre 1910).

Tribunal civil. — Seine, 2 novembre 1910, Auguiot et autres. Société, caractère civil ou commercial, dénomination, division du capital en actions, anonymat, commercialité, apports fictifs, nullité (*Loi*, 25 novembre 1910).

Répression des vols d'électricité. — M. le Secrétaire fait part au Comité consultatif que le 13 octobre dernier la 9e Chambre de la Cour d'Appel de Paris jugeant correctionnellement a confirmé le jugement de la 8e Chambre du Tribunal correctionnel du 8 avril 1909, ce de quoi il appert que le sieur R. a été condamné à 4 mois de prison avec sursis, 25 fr d'amende, 100 fr de dommages-intérêts et l'insertion dans deux journaux, sans toutefois que chaque insertion n'excède pas 50 fr, et ce pour avoir branché plusieurs lampes après compteur sur une installation de force motrice dont le tarif est inférieur à celui de l'éclairage.

Interprétation de traité électrique. — Un adhérent demande sur quelles bases on se fixera pour calculer le nombre de lampes, son traité prévoyant une revision des tarifs lorsque le nombre de lampes fournies aux particuliers dépassera 500.

Le Comité, après examen du traité, répond que celui-ci n'est pas assez précis sur le point en question et que la clause est très mal rédigée. Il semble que, du moment qu'il est indiqué que dans le cas où il y aurait plus de 500 lampes il y aurait lieu à revision des prix et à abaissement, il sera très difficile au concessionnaire de soulever une discussion sur la nature des lampes ou le mode de tarification au compteur ou à forfait. Le Comité ne connaît pas de jugement sur cette question.

Interprétation de traité de gaz. — Un membre du Syndicat demande s'il a le droit de fournir l'éclairage électrique dans les locaux où il fournit de la force motrice, malgré le privilège exclusif de la Compagnie du gaz antérieur à la loi du 15 juin 1906.

Le Comité donne l'avis suivant : Comme il s'agit d'un monopole d'éclairage appartenant à une Compagnie de gaz, la loi du 15 juin 1906 n'est pas applicable; elle ne concerne que la concurrence entre concessionnaires de distribution d'électricité; par conséquent le consultant n'a pas le droit de faire de l'éclairage électrique dans les locaux où il fournit de la force motrice.

Frais de controle. — Un adhérent demande s'il est tenu de payer les frais de contrôle avant le 31 décembre. Le Comité répond qu'il semble que l'exigibilité du payement des frais de contrôle afférents à une année déterminée n'ait lieu au moyen de la contrainte que dans le courant de l'année suivante. D'après la circulaire ministérielle du 30 mars 1908, les poursuites ne semblent pas avoir lieu qu'une fois l'année terminée et sur relevé des sommes dues. Dans le cas soumis, l'adhérent n'indique pas à quelle année se rapportent les sommes qui lui sont réclamées; si elles s'appliquent à l'année 1909, il doit les payer sans retard.

Une Compagnie d'éclairage adhérente demande si elle doit payer les frais du contrôle municipal, son traité, datant de 1904, prévoyant bien le contrôle municipal, mais ne stitpulant aucune taxe ni redevance à ce sujet.

Le Comité consultatif répond qu'un avis de M. le Ministre des Travaux publics à M. le Préfet de la Marne, en date du 18 août 1910, relatif à une Compagnie de gaz, a décidé que la ville devait conserver à sa charge les frais du contrôle municipal lorsque le traité prévoyait un contrôle à la charge de la commune. Donc la loi de 1906 ne modifie pas l'état de choses contractuel. Dans la question soumise, la loi de 1906 ne peut pas modifier davantage le contrat, mais le cahier des charges, qui date de 1904 et prévoit le contrôle municipal, est muet sur la charge des frais de contrôle. Ils paraissent incomber à la ville, qui a stipulé ce contrôle dans son intérêt et qui aurait dû stipuler en même temps que le concessionnaire les supporterait, si elle n'avait pas entendu que le contrôle fût gratuit. C'est d'ailleurs ainsi qu'elle a interprété le contrat jusqu'à la loi de 1906. La Compagnie consultante peut donc résister à la demande de la ville.

Reprise de terrain appartenant a l'État et aux communes. — Une Société électrique du Sud-Est demande si le Département ou l'État peut reprendre, sans payer d'indemnité pour l'enlèvement des lignes électriques, les terrains que la Société occupait moyennant une redevance de location, ces terrains ayant été vendus à un particulier qui veut faire construire.

Le Comité répond qu'il serait indispensable de savoir si la Société avait un contrat de location soit avec le Département, soit avec l'État, pour l'emplacement de ses lignes, ce qui est peu probable. Vraisemblablement, l'Administration a concédé temporairement le droit de poser des lignes moyennant une redevance et sans limitation de durée. S'il n'y a qu'occupation pré-

caire il est évident que l'Adminstration a le droit de reprendre les terrains, sans indemnité pour l'enlèvement des lignes. Il serait nécessaire pour donner une réponse précise d'avoir communication des actes d'autorisation ou de bail avec l'Administration. En tout cas, le concessionnaire n'aurait d'action que contre son co-contractant, État ou Département, et non contre l'acquéreur avec lequel il n'a aucun lien de droit.

ACCIDENT. — Une station centrale d'électricité demande l'avis du Comité sur l'interprétation du paragraphe 7 de l'article 5 de l'arrêté ministériel du 21 mars 1908 au sujet d'un accident survenu à un abonné ayant volontairement (par bravade) touché les conducteurs à haute tension.

Le Comité consultatif donne l'avis suivant :

Il n'est pas contestable que, d'après la jurisprudence de la Cour de Cassation; la circonstance que la personne, victime d'un accident, avait elle-même commis *une imprudence*, ne peut affranchir de toute responsabilité celui dont la faute a contribué à déterminer l'accident ou à le rendre plus grave; elle autorise seulement les juges à réduire le chiffre des dommages-intérêts. En ce sens : Cassation, 20 août 1879, 10 novembre 1884, 12 décembre 1893, 7 août 1895, 11 novembre 1896 (Rec. Sirey 80, 1, 55; 85, 1, 129; 94, 1, 233; 96, 1, 127; 97, 1, 315).

Or, en ce qui concerne le point de savoir si la Société d'Electricité avait contrevenu à l'article 7, paragraphe 5, de l'arrêté ministériel du 21 mars 1908, l'appréciation des Ingénieurs du contrôle et du Tribunal civil, d'après laquelle la lucarne serait une saillie qui ne serait pas soumise à l'observation de la distance de 1,50 m, prescrite pour le passage des fils au-dessus du toit, ne paraît pas à l'abri de toute discussion.

En effet, une lucarne est, par définition, une petite fenêtre pratiquée dans le toit, d'où il suit que le faîte de la lucarne pourrait être considéré comme une partie du toit, surélevée pour l'aménagement de l'ouverture.

D'autre part, la distance de 1,50 m paraît avoir été prescrite, non seulement pour permettre le passage sur le toit, des ouvriers ou des personnes appelées à y monter par nécessité, mais aussi pour éviter le danger du voisinage des fils à haute tension des masses métalliques ou autres parties du toit, pour la sécurité de l'immeuble, et il n'apparaît pas que la lucarne puisse être distinguée sous ce rapport, au toit lui-même.

Aussi, tout en se prévalant de l'appréciation des Ingénieurs du contrôle, qui d'ailleurs ne saurait lier les juges, la Société pourrait-elle trouver avantage à soutenir qu'en réalité, l'existence de la contravention, au cas où elle serait démontrée, serait sans influence sur la question de la responsabilité de la station électrique, parce que la victime a commis non une simple imprudence, mais bien un acte absolument volontaire, une provocation intentionnelle du contact, qui devait fatalement causer l'accident et que la prescription rélative à la distance de 1,50 m ne pouvait avoir pour but d'empêcher. Cette intention résulte des constatations mêmes du jugement, dont il ressort que la victime a dû, pour arriver à toucher les fils, se livrer à une véritable gymnastique.

Dans ces conditions spéciales, le cas de la victime devrait être assimilé à celui de l'ouvrier *qui a intentionnellement provoqué l'accident* dont il a été victime, et à qui l'article 20 de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail *refuse toute indemnité*.

Enfin, en cas de condamnation en appel, la Société d'Électricité pourrait se pourvoir en Cassation en se basant sur ce que, sa ligne à haute tension constituant un travail public (mais seulement si elle a été autorisée par un acte de concession), la question du dommage causé était de la compétence du Conseil de Préfecture et non du Tribunal civil. La loi de 1906, ne prévoit, en effet, la compétence du Tribunal correctionnel, qu'en cas de poursuite en vue de la répression pénale de la contravention.

Cette exception d'incompétence, étant d'ordre public, pourrait être invoquée pour la première fois devant la Cour de Cassation.

DIFFICULTÉS AVEC LES ABONNÉS. — Le consultant expose les difficultés qu'il éprouve avec un de ses abonnés au sujet du fonctionnement d'un disjoncteur automatique. Le Comité consultatif donne l'avis suivant :

Le consultant pourrait s'adresser au juge des référés à fin d'urgence.

Dans le contrat, il n'y a pas de clause lui permettant de couper le courant; ce n'est que le cas de non-payement qui est seul prévu. Le concessionnaire pourrait tenter une demande en référé devant le Président du Tribunal civil, pour se faire autoriser d'urgence, par mesure de sécurité, à couper le courant dans le cas où l'appareil ne serait pas rétabli par l'abonné dans les conditions de bon fonctionnement voulues; il pourrait ensuite assigner l'abonné, s'il le juge à propos, en résiliation du contrat d'abonnement, soit devant le Tribunal civil, soit devant le Tribunal de commerce s'il estime que la fourniture a un caractère commercial. Dans tous les cas, le concessionnaire devrait faire signifier par l'huissier à l'abonné qu'il fait toutes réserves et le prévient qu'il risque d'amener des accidents, d'abord chez lui, et peut être aussi sur la distribution.

Le même consultant demande s'il peut couper le courant à des abonnés qui font usage du courant au delà des heures d'utilisation prévues par le contrat d'abonnement et qui emploient à l'éclairage du courant vendu pour la force motrice.

Après examen des pièces communiquées, le Comité consultatif donne l'avis ci-après :

En ce qui concerne l'acte de couper le courant, il serait très imprudent d'y recourir, parce qu'on ne peut pas couper le courant sur une question d'interprétation du contrat, ni même sur une faute de l'abonné; du moment que le cas n'est pas prévu dans le contrat, on ne peut le faire qu'en se faisant autoriser par justice.

En ce qui concerne la durée d'utilisation du courant, le consultant peut faire constater le moment où il est fait usage de la force motrice en dehors des heures prévues par le contrat. Avec les constatations faites par huissier à cet égard, le consultant pourrait assigner l'abonné en dommages-intérêts, pour avoir dépassé le temps d'utilisation prévu par le contrat; et, s'il y avait plusieurs constats, il pourrait ensuite demander au Tribunal (civil ou de commerce) la résiliation du marché, si toutefois il le désire. Les juges pourraient fixer les dommages-intérêts par appréciation, étant donné qu'ils peuvent supposer que cet abus se fait d'une façon fréquente.

Quant aux lampes, leur consommation est enregistrée par un compteur; il ne saurait donc y avoir vol d'électricité. Mais il est évident que le concessionnaire n'est pas obligé de fournir la lumière au tarif de la force; il a le droit de demander la suppression des lampes et des dommages-intérêts pour l'abus commis. Il faudra ici encore avoir un contrat en ce qui concerne l'usage des lampes.

ACCIDENTS DU TRAVAIL. — M. le Secrétaire général donne connaissance des espèces suivantes :

COUR DE CASSATION. — 13 avril 1910, André contre Potin et Cie; accident du travail, blessure, coup, rixe antérieure, absence de relation entre l'accident et le travail (*Loi*, 18 octobre 1910). — 25 octobre 1910, Lericheux contre Gauthier; accident du travail, apprenti, lieu du travail, présomption, acte de méchanceté, preuve (*Loi*, 22 novembre 1910).

COUR D'APPEL. — Nancy, 2 mai 1910, Colin contre Ruger; accident du travail, traumatisme, lésions pulmonaires consécutives, relation de cause à effet (*Loi*, 1er décembre 1910). — Nîmes, 13 juillet 1910, Comte contre Merle; accident du travail, qualité d'ouvrier, carrier, indépendance relative, surveillance du patron, sous-traitant (*Loi*, 3 novembre 1910).

TRIBUNAL CIVIL. — Lyon, 28 octobre 1910, Veuve Crouzel contre Cicéron; accident du travail, aggravation de la blessure opération nécessaire, anesthésie, décès, suite de l'accident (*Loi*, 30 novembre 1910).

COMMUNICATIONS DIVERSES. — M. le Secrétaire communique au Comité le numéro de juillet-août-septembre 1910 de la *Revue des Concessions départementales et communales*, qui contient divers arrêts intéressants, notamment : Cour de Cassation, 12 avril 1910,

Compagnie du Métropolitain contre Union immobilière des propriétaires fonciers et la Ville de Paris, dommage, Ville de Paris, propriétaires riverains, demande d'indemnité fondée sur la construction défectueuse de la voie, compétence de la juridiction administrative. — 25 avril 1910, Société d'énergie électrique d'Orléans contre Syndicat des abonnés à l'éclairage électrique d'Aubenas, éclairage par l'électricité, syndicat d'abonnés, Société civile, partage de bénéfices, syndicat d'abonnés à l'électricité, personnalité civile. — Conseil d'Etat, 9 juin 1909, Société Lyonnaise des forces motrices du Rhône contre Ministre des Finances, distribution de force motrice et d'éclairage par l'électricité, patente, droit proportionnel, même établissement, bases de l'impôt, production de l'électricité pour l'éclairage, valeur locative de l'usine munie de tous ses moyens de production. — 27 juillet 1909, Terrier contre ville de Lyon. Distribution d'énergie électrique, usine, évaluation de la force motrice, évaluation de la force louée. — Accidents du travail, Cour de Cassation, 19 janvier 1910, Palotti, indemnité, demande de rente viagère, contestation, jugement, voie de recours, appel, pourvoi, irrecevabilité, etc.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société électricité, gaz et eau.* Assemblée ordinaire le 29 décembre, 2 h., 364, rue Lecourbe, à Paris.

Société d'éclairage électrique de Bordeaux. Assemblée ordinaire le 24 décembre, 10 h., 21, rue Poquelin-Molière, à Bordeaux (Gironde).

Compagnie française d'énergie électrique. Assemblée ordinaire le 22 décembre, 2 h. 30 m., 47, rue Saint-André-des-Arts, à Paris.

Énergie électrique du Centre. Assemblée extraordinaire le 23 janvier, 69, rue de Miromesnil, à Paris.

L'Union électrique. Assemblée ordinaire le 28 décembre, 10 h., à Saint-Claude (Jura).

Forces motrices du Vercors. Assemblée extraordinaire le 22 décembre, 2 h., rue Paul-Chenavard, à Lyon (Rhône).

Nouvelles Sociétés. — *Société en nom collectif Ingelaere et Croux, électricité.* Siège social à Paris, 142, rue de Courcelles. Durée 15 ans. Capital 20000 fr.

Société en nom collectif Maucœur et Vielle, électricité, Siège social à Lille (Nord), 119, rue Nationale. Durée 9 ans 7 mois. Capital 85000 fr.

Société Lyonnaise des forces motrices du Rhône. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration, à l'Assemblée générale ordinaire du 7 juin 1910, nous extrayons ce qui suit :

Les recettes totales de l'exploitation se sont élevées à 5 026 877,73 fr, en augmentation de 232 545,81 fr sur les recettes de l'exercice précédent. Les recettes des quatre premiers mois de 1910 se sont élevées : en janvier, à 507 023,50 fr contre 484 382,20 fr en 1909; en février, à 436 280,35 fr contre 423 361,72 fr; en mars, à 422 445,35 fr contre 404 976,95 fr; en avril, à 391 436,15 fr contre 365 097,10 fr.

Nous vous proposons de répartir les bénéfices de la manière suivante : du bénéfice net de 2 512 692,65 fr afférent à l'exercice 1909, il y a lieu de déduire : 1° pour la réserve légale, 5 pour 100, 125 634,65 fr; 2° pour l'intérêt 5 pour 100 aux actions, 1 250 000 fr, soit 1 375 634,65; reste 1 137 058 fr. En y ajoutant le report de l'année 1908, 43 523,18 fr, on obtient un total de 1 180 581,18 fr sur lequel le Conseil est d'avis de prélever : 1° pour amortissement du compte spécial de premier établissement, conformément à l'article 41 des statuts, 550 000 fr; 2° pour renouvellement de matériel 500 000 fr, soit un total de 1 050 000 fr et un reste de 130 581,18 fr. Sur ce surplus, le Conseil vous propose de répartir 100 000 fr dans les proportions indiquées à l'article 45 des statuts, soit : 50 pour 100 aux actions, 50 000 fr; 35 pour 100 aux parts, 35 000 fr; 10 pour 100 au Conseil, 10 000 fr; 5 pour 100 au fonds d'amortissement des actions, 5000 fr; total 100 000 fr, et de reporter à nouveau le solde, 30 581,18 fr, soit un total égal de 130 581,18 fr.

BILAN D'ENTRÉE AU 1er JANVIER 1910.

Actif.

	fr
Compte de premier établissement	48688381,42
Compte spécial de premier établissement	7519603,12
Matériel, mobilier et outillage	200009,45
Moteurs, compteurs et magasin	770462,55
Recettes en recouvrement	866258,72
Avances à l'enregistrement	191703,08
Cautionnement à l'Etat	100000
Portefeuille	569351,95
Caisse et banquiers	1555694,85
	60461475,14

Passif.

Capital	49999770
Obligations 5 pour 100 non présentées au remboursement	4000
Intérêts courus sur obligations	263180
Coupons à payer	88810,48
Fournisseurs, comptes ordinaires, retenues de garantie	697792,59
Coupons sur actions à l'échéance du 1er janvier 1910	625000
Provision pour renouvellement de matériel et entretien	1570506,53
Amortissement sur compte spécial de premier établissement	5200000
Réserve légale	641834,36
Coupon sur actions (dividende de 26 fr par action)	1300000
Fonds d'amortissements des actions	5000
Dividende aux parts de fondateur	35000
Solde reporté à nouveau	30581,18
	60461475,14

PROFITS ET PERTES.

Débit.

Frais généraux	288698,37
Exploitation et entretien	619318,90
Impôts, redevances et frais de contrôle payés à l'Etat	196974,55
Intérêts et amortissement des obligations.	1195635
Redressements et non-valeurs	13558,26
Dépréciation d'inventaire	200000
Bénéfices de l'exercice 1909	2512692,65
	5026877,73

Crédit.

Produits de l'exploitation	4955823,99
Produits divers	71053,74
	5026877,73

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES (¹).

CHRONIQUE SYNDICALE.

Union des Syndicats de l'Électricité.

Syndicat Professionnel des Industries électriques.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Syndicat Professionnel des Usines d'Électricité

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

(¹) Les astérisques placés à la fin d'un titre indiquent que l'analyse correspondante tient moins de 10 lignes.





ÉLECTRICITÉ PURE ET APPLIQUÉE.

Électricité et Magnétisme.

Génération et Transformation.



Transmission et Distribution.

Applications mécaniques.

Traction et Locomotion.

Télégraphie et Téléphonie.



Éclairage.

Électrochimie et Électrométallurgie.

Mesures et Essais.



Variétés.

DIVERS.

Législation, Réglementation.

Chronique financière et commerciale.

Bibliographie.



Expositions, Congrès, Concours, etc.

Nécrologie

TABLE DES NOMS D'AUTEURS (¹).

(¹) Les astérisques placés à la fin d'un titre indiquent que l'analyse correspondante tient moins de 10 lignes ; la lettre (B) indique une analyse bibliographique.




Digitized by Google

FIN DU TOME XIV.

45702 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS, quai des Grands-Augustins, 55.

OFFRES & DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries électriques.

(*S'y adresser, 9, rue d'Édimbourg.*)

OFFRES D'EMPLOIS.

311. A. D. On demande contremaître, 35-38 ans, pour petite mécanique, instruments de précision et électricité.

318. M. J. On demande chef de service de vérification dans maison d'appareillage, pour le contrôle électrique et mécanique des appareils et tableaux de distribution.

320. S. H. On demande de bons monteurs électriciens pour travailler sur des réseaux à haute et à basse tension en province.

321. S. G. Fabrique d'appareillage électrique demande agent commercial pour visiter pays étrangers.

322. G. M. On demande un bon monteur électricien connaissant bien les sonneries et la téléphonie.

323. O. E. On demande de bons monteurs électriciens, avec références, pour région du Nord.

DEMANDES D'EMPLOIS.

979 H. M. (Nord). Ingénieur diplômé (Institut de Grenoble), 2 années de pratique (appareils de mesures, installation et exploitation de centrales et réseaux), recherche situation (préférence Sud-Est).

986. A. G. (Paris). Ingénieur français, diplômé électricité, 10 années de pratique, essais matériel et conduite chantiers d'éclairage et force. Bon correspondant polyglotte, désire situation dans maison sérieuse.

993. F. J. (Eure-et-Loir). Recherche poste de gérant dans secteur important ou de gérant intéressé dans petit secteur de province, de préférence, pas trop éloigné de Paris (au courant des devis, installations, compteurs, recettes, entretien des machines motrices).

1005. J. L. (Paris). Monteur électricien recherche emploi analogue.

1006. A. E (Seine-et-Marne). Chef mécanicien, ajusteur, recherche emploi dans la mécanique de précision, machine à vapeur, machine outil ou électrique.

1007. E. L. (Paris). Recherche situation de chef d'usine ou équivalente, ou d'exploitation de chemin de fer.

1010. H. R. (Paris). Ajusteur, monteur, recherche emploi analogue dans atelier.

1011 R. B. (Paris). Petit monteur électricien recherche emploi analogue.

1012. E. B. (Paris). Mécanicien électricien recherche emploi analogue.

1013. F. M. (Paris). Ingénieur électricien, diplômé de l'Institut électrotechnique de Nancy, recherche situation de début dans usine (installation éclairage, station centrale, compagnie de tramways).

1014. V. P. (Seine). Recherche situation d'ingénieur, service d'exploitation, d'installation ou commercial.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

2368. Ex-élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers, ayant déjà rempli l'emploi de chef du service des canalisations gaz et électricité, actuellement chef de service d'une importante station centrale, demande place de directeur d'une usine de moyenne importance (courant continu ou alternatif), ou de chef de service dans usine importante.

2384. Contremaître électricien, muni de bonnes références, bachelier ès sciences, demande place de chef de station ou de contremaître dans une importante usine ou pour conduire la construction d'une usine dont il pourrait conserver la direction ou la gérance.

2395. Monteur électricien, pouvant faire ou diriger tout montage de machines, de matériel, d'appareils haute et basse tension, canalisations, installations intérieures, pouvant conduire machines à courant continu ou alternatif, connaissant les machines à vapeur, chaudières, etc., demande place de chef d'usine.

2403. Ingénieur diplômé de l'Institut Électrotechnique de Nancy, ayant eu emploi dans deux grandes Sociétés de constructions électriques, dernièrement Directeur d'un réseau à haute tension dont il a dirigé la construction, demande situation, de préférence dans l'exploitation.

2424. Ex-mécanicien de la marine 1re classe, muni de très bonnes références, bien au courant du montage et de la conduite d'une station, demande place de chef mécanicien ou de chef d'usine.

2429. Ingénieur de constructions et d'électricité, ayant travaillé à la plate-forme d'essais de machines, dans les bureaux et les ateliers de constructions, ayant établi des réseaux et des centrales de premier ordre, demande place.

2432. Monteur électricien, connaissant la haute et basse tension, sonneries, téléphone, etc., pouvant remplir l'emploi de chef électricien, demande place, France ou Etranger.

2436. Monteur électricien demande place de chef monteur.

2448. Chef monteur électricien, ayant 9 années de service dans importante Maison d'installations, demande place de chef monteur dans le Midi de la France.

2453. Ex-élève des Arts et Métiers, diplômé Ecole supérieure d'Electricité, 10 ans de pratique, installations et exploitations électriques, dont 4 ans en Russie, demande situation à l'étranger.

2455. Ex-quartier-maître mécanicien, ayant déjà rempli le poste de chef mécanicien dans différentes usines, demande place analogue.

DEMANDES D'EMPLOIS (*suite*).

2456. Chef monteur électricien, conducteur de travaux, pouvant faire ou diriger tout montage de machines, de matériel et d'appareils haute et basse tension, etc., demande place de chef de station ou de contermaître. France ou Étranger.

2457. Ingénieur électricien diplômé de l'Institut Electrotechnique de Nancy demande place dans une usine électrique. Connaît l'allemand, le russe, le polonais et l'anglais.

2458. Jeune homme, 23 ans, libéré du service militaire, ayant travaillé pratiquement et suivi les cours techniques d'une école d'électricité, demande situation en France ou à l'Etranger comme chef électricien ou chef de travaux.

2459. Électricien demande place de sous-ingénieur dans une maison d'électricité, de préférence dans la construction et l'exploitation. Pourrait mettre un petit capital.

2460. Electricien, 25 ans, diplômé du Technicum de Fribourg, chef de quart dans une usine électrique, demande place analogue.

2461. Jeune ingénieur électricien (promotion 1910) recherche situation dans une usine de construction ou d'exploitation, même en service actif. Bonnes références.

Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS, quai des Grands-Augustins, 55.

45702 *Le Gérant* : GAUTHIER-VILLARS.

